

Emma Sakari

## TEOLLISUUSHALLIN RAKENNUSHANKE

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
2016

# TEOLLISUUSHALLIN RAKENNUSHANKE

Sakari, Emma

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tammikuu 2016

Ohjaaja: Karjalainen, Janne; Uusitorppa, Mari

Sivumäärä: 45

Liitteitä: 5

Asiasanat: rakennushanke, rakennussuunnittelu, rakennuslupakuvat

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli pohtia hallin rakentamisen vaiheita, luoda rakennuslupakuvat projektille sekä käsitellä erilaisia rakentamisvaihtoehtoja. Suunnittelu alkoi tarveselvityksellä, jossa selvitettiin taustatietoja projektin etenemiselle. Tässä vaiheessa suunniteltiin rakennuksen soveltuvuutta tontille sekä käytiin keskustelua tilaajan ja rakennusvalvonnan kanssa. Tarveselvityksen pohjalta saatiin aikaan hankesuunnitelma sekä yksityiskohtaisemmat tiedot hankkeesta. Rakennussuunnitteluvaiheessa päätettiin rakenteelliset ratkaisut. Tilaajan kanssa määritettiin rajaukset ja toiveet hankkeelle. Lähtötietojen perusteella suunniteltiin hallirakennus.

Työssä perehdyttiin myös rakentamismääräyksiin sekä asetuksiin ja rakennuslakiin. Rakennuslupapiirustukset kohteelle piirrettiin CADS- Planner ohjelmiston avulla. Lähdeaineistona käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, RT- kortistoa sekä alan kirjallisuutta. Opinnäytetyön tuloksena tilaajalle saatiin aikaan pääpiirustukset rakennusluvan hakemista varten, hankesuunnitelma sekä käsitys rakennuslupaprosessin kulusta.

## INDUSTRIAL CONSTRUCTION PROJECT

Sakari, Emma

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

January 2016

Supervisor: Karjalainen, Janne; Uusitorppa, Mari

Number of pages: 45

Appendices: 5

Keywords: building project, building design, construction pictures

---

The aim of thesis was to consider the management of construction stages, to create a building permit images for the project, as well as to deal with a variety of construction options. Planning of the hall began in the need for an explanatory statement of the background information in the project progress. In the phase the suitability of the building on the property was designed, as well as a discussion with the customer and The Building-control was held. From the description of the needs more detailed information on the project was achieved. In the building design stage the structural solutions were decided. Established boundaries and desires of the project were specified with the customer. Based on the output data the hall was designed.

In the project building codes, regulations and the law were studied. Building permit drawings were designed with CADS-Planner software. Finnish construction provision collection, RT index and the field of literature were utilized as a source material. As an output for the customer thesis achieved the main plan for the building permit application, project plan, and an understanding of the construction process of the course.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TYÖN TAVOITTEET .....	6
2.1	Tehtävät ja rajaukset projektille.....	6
3	RAKENNUSHANKKEEN KULKU .....	7
3.1	Tarveselvitys .....	8
3.2	Hankesuunnittelu .....	9
3.3	Rakennussuunnittelu .....	9
3.4	Rakentamisvaihe .....	10
3.5	Käyttöönotto .....	10
4	RAKENNUSLUVAN HAKEMINEN KOHTEELLE.....	11
4.1	Rakentamista ohjaava lainsäädäntö ja määräykset .....	11
4.2	Lupamenettely.....	12
4.3	Lomakkeet ja piirustukset .....	13
5	HALLIN ARKKITEHTISUUNNITTELU .....	14
5.1	Tilasuunnittelu .....	14
5.1.1	Hallin tarvittavat tilat.....	16
5.2	Rakennusalueen suunnittelu.....	16
5.3	Rakenneratkaisut.....	16
5.3.1	Perustukset .....	18
5.3.2	Seinärakenteet .....	19
5.3.3	Ristikko .....	21
5.4	Ikkunat ja ovet.....	22
5.5	Lämmöneristys.....	24
5.5.1	Lämmönläpäisevyyskertoimen määrittäminen.....	25
5.5.2	Maanvaistaiset rakenteet .....	34
5.6	Rakennustekninen suunnitelma .....	37
5.6.1	Yläpohjarakenne.....	37
5.6.2	Väliseinärakenne .....	39
5.6.3	Alapohja .....	39
5.6.4	Ulkoseinä .....	39
5.7	Energiaselvitys.....	40
6	PALOMÄÄRÄYKSET.....	40
6.1	Paloluokka.....	40
6.2	Suojaustaso .....	41
6.3	Palo-osastointi.....	42
7	KUSTANNUKSET .....	42

8 YHTEENVETO .....	43
LÄHTEET .....	44
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö käsittelee hallin suunnitteluprosessia ja mahdollista rakennuksen rakentamista. Nykypäivän rakentamisen tulee olla kustannustehokasta ja kiinteistön käytön tulee olla kannattavaa. Suuria yksittäisiä kustannuseriä ei saa syntyä lämmityksestä tai muista rakentamisen kustannuksista sekä rakennuksen tulisi olla mahdollisimman pitkäikäinen. Rakennuksen tulee olla muunneltavissa ja laajennettavissa tarpeen mukaan. Rakentamisprosessiin ryhdytään nykyään vain silloin, kun tilantarve syntyy. Hankkeesta laaditaan erillisiä suunnitelmia ja kilpailutetaan työntekijöitä sekä materiaaleja. Nykypäivän rakentaminen perustuu tehokkuuteen ja tarpeellisuuteen. Rakentamisessa on huomioitava kustannukset sekä uudet määräykset, lait ja velvoitteet.

Hallin on tarkoituksena tehostaa yrityksen toimintaa ja luoda uudet toimintatilat Huitisissa toimivalle peltisevän tuotteita valmistavalle yritykselle. Aluksi tilaajan kanssa määritellään työn tavoitteet ja tehtävät joita projekti kattaa sisällään. Lisäksi keskustellaan mahdollisista vaihtoehtoista ja projektin toteuttamistavoista.

Opinnäytetyöni alussa käsitellään myös rakentamisprosessin eri vaiheita ja rakennushankkeen kulkua sekä rakennusvaiheiden erilaisia tehtäviä ja rakennusluvan hakeamista. Seuraavana kerrotaan rakennussuunnittelusta ja liitteenä ovat kohteen asemapiirustus, leikkauskuvat sekä julkisivukuvat, jonka perusteella lähdetään viemään rakennuslupaprosessia eteenpäin. Rakennuspiirustukset suunniteltiin käyttämällä CADS Planner ohjelmistoa. Lähdemateriaalina työssä käytetään rakennusalan kirjallisuutta, RT- kortistoa, Suomen rakentamismääräyskokoelmaa sekä Puuinfon materiaaleja.

## 2 TYÖN TAVOITTEET

### 2.1 Tehtävät ja rajaukset projektille

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella hallirakennus tämänhetkisten lakien ja asetusten mukaan. Tarkoituksena on saada työn tilaajalle pääpiirustukset rakennusluvan

hankkimista varten, jotta saadaan vietyä hankesuunnitteluprosessia eteenpäin. Lisäksi tavoitteena oli miettiä tilansuunnittelu siten, että halli palvelisi tarkoitustaan mahdollisimman hyvin valmistuttuaan ja myös tulevaisuudessa. Yritys tarvitsee toimintaansa paljon erilaisia suuria työkoneita ja niiden sijoittaminen rakennukseen toimivasti oli tärkeää toimivuuden ja tehokkuuden kannalta.

Rakennuksen hankesuunnittelu aloitettiin pitämällä palaveri, jossa keskusteltiin rakennuttajan toiveista ja tavoitteista. Tilaajalla oli heti alkuun selkeä näkemys rakenneratkaisulle ja runkomateriaalille. Rakennuksen sijainti tontilla oli alustavasti mietitty, mutta paikkaa oli vielä rakennussuunnitteluvaiheessa mahdollista muuttaa. Uusi rakennus oli suunniteltava pihapiiriin sopivaksi ja muiden rakennusten kanssa sopivaksi yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Projektin tehtäväksi kuului rakennuslupakuvien piirtäminen, rakennuksen tilasuunnittelu ja rakentamispäätöksen tullessa rakennuslupahakemuksen ja liitteiden täyttäminen. Rakennuksesta laadittiin pääpiirustukset sekä luotiin projektille hankesuunnitelma.

### 3 RAKENNUSHANKKEEN KULKU

Hyvä suunnittelu takaa hankkeen onnistumisen. Hankesuunnitelma on nimensä mukaan suunnitelma josta selviää hankkeen laajuus, tavoite, toteuttajat, kustannukset sekä aikataulu. Suunnitelma toimii hankkeen työvälineenä, mistä saadaan tietoa ennalta mietityistä asioista. Hankesuunnitelman perusteella päätetään aletaanko hanketta toteuttaa vai jätetäänkö se toteuttamatta. Suunnitelmaa pidetään rakennushankkeen tärkeimpänä asiakirjana. (Foreningsresursen [www- sivut 2015.](#)) Rakennushankkeen osapuolina toimivat käyttäjä, rakennuttaja, suunnittelija, rakentaja ja viranomainen. Rakennusprojektin kulku on jaettu neljään eri vaiheeseen. Kuvassa 1 on esitetty rakennushankkeen tehtävien muodostuminen eri projektiin osallistuvien henkilöiden kesken. (RT 10–10387 1898,3. )

Hankkeen vaiheet

Hankkeen osapuolet

	K Käyttäjä	R Rakennuttaja	R Suunnittelija	U Rakentaja	V Viranomainen
TS Tarveselvitys					
HS Hankesuunnittelu					
RS Rakennussuunnittelu					
RA Rakentaminen					
KO Käyttöönotto					

	K	R	S	U	V
TS					
HS					
RS					
RA					
KO					

Kuva 1. Hankkeen tehtävien muodostuminen projektin osapuolten kesken. (RT 10–10387 1989,2).

### 3.1 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa tarkoituksena on pohtia ja selvittää hankkeeseen ryhtymistä. Tarveselvitysvaihe alkaa yleensä siitä kun huomataan olemassa olevan tilan puutteellisuus. Mietitään onko rakentamiselle tarpeelliset edellytykset ja onko rakennusta tarpeellista rakentaa. (RT 10–10387 1989,10.) Kohteen rakentamisprosessin aloittaminen lähti tilantarpeen puutteesta, sillä yrityksen toiminta on laajentunut, eivätkä vanhat tilat vastanneet enää tämän päivän vaatimuksia. Hankkeen tavoitteet ja lähtökohdat on hyvä saada mietittyä jo prosessin alkuvaiheessa, sillä muutokset ja lisäykset tuovat aina lisää kustannuksia ja viivyttävät projektin etenemistä.

Rakennettavalta rakennukselta vaaditaan sosiaalitilat, johon kuuluu wc, pesuhuone sekä pukutilat. Toimistotilaa tarvitaan asiakkaiden töiden vastaanottoon sekä hallinnon hoitamiseen. Hallitilaa tarvitaan noin 140 m<sup>2</sup>, jotta tila riittäisi tuotteiden valmistukseen sekä tarvittavien koneiden varastointiin.



### 3.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa on tarkoituksena luoda tavoitteet rakennuksen laadulle ja käyttökustannuksille. Mietitään rakennuksen toimivuutta ja missä laajuudessa projekti toteutetaan. Rakennuttajan tehtävänä on laatia hankesuunnitelma käyttäen apunaan tarvittavia suunnittelijoita kuten sähkösuunnittelijaa, lvi- suunnittelijaa sekä rakenne-suunnittelijaa. Aikataulun suunnitteleminen on tärkeä osa koko projektin toteutusta. Rahoitus järjestetään ja mietitään miten hanke toteutetaan ja missä laajuudessaan. Hankesuunnitteluvaiheeseen osallistuvat eri alojen suunnittelijat, käyttäjä ja rakennuttaja. Käyttäjä määrittelee hankkeelle lähtökohdat ja tarpeet. Rakennuttaja huolehtii projektin läpiviennistä rakennustoiminnan osalta. Suunnittelijat kokoavat tietoja ja alkavat niiden pohjalta työstää omia suunnitelmia. Lopuksi saadaan aikaan hankesuunnitelma (Liite 1), jonka pohjalta tehdään investointipäätös. (Johdatus rakentamistalouteen 50–52; RT 10–10387 1989,11.)

### 3.3 Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnitteluvaiheessa mietitään hankesuunnitelman pohjalta kohteen toteuttamistapa ja rakenteelliset ratkaisut, päätetään urakointitapa ja tehdään lopullinen päätös rakentamisesta. Hankesuunnitelman perusteella suunnittelijat voivat laatia varsinaiset toteuttamissuunnitelmat. Suunnittelijat olisi hyvä valita jo aiemmassa vaiheessa, jotta saadaan mahdollisimman hyvät suunnitelmat sekä aikaa korjauksille jää enemmän. Suunnittelijat on kuitenkin valittava viimeistään rakennussuunnitteluvaiheen alussa. Viimeistään luonnossuunnittelun alkaessa valitaan suunnitteluryhmä suunnittelemaan projektin toteutusta ja tehdään suunnittelusopimuksia. Rakennussuunnittelu jaetaan viiteen eri vaiheeseen: Ehdotusvaihe (L1), luonnosvaihe (L2), pääpiirustusvaihe (T1), työpiirustusvaihe (T2) ja täydentävä suunnittelu (T3). (Johdatus rakentamistalouteen, 51–53; RT 10–10387 1989,12–13.)

L1- vaiheen suunnitelmat sisältävät asemapiirustukset, leikkauspiirustukset ja pohjapiirustukset. Asemapiirros on tärkein piirros koko suunnitelmista. Tästä nähdään kuka rakentaa, mihin rakentaa ja mitä on tarkoitus rakentaa. Asiantuntijat miettivät asiak-

kaan kanssa sopivia rakennevaihtoehtoja ja tilankäytön ratkaisuja. Suunnitelmista valitaan parhaiten sopiva luonnosten pohjaksi ja tarvittaessa jatketaan vielä suunnitelmien työstämistä. Vaihtoehtoja suunnitelmissa koko prosessin aikana saattaa olla 2-3 kappaletta. L2- vaiheessa rakentajalla on selvillä rakenneratkaisut ja rakentamisen laatutaso. Pääpiirustusvaiheessa saadaan arkkitehdiltä lopulliset suunnitelmat, jonka pohjalta projektia aletaan toteuttaa. Muut alojen asiantuntijat luovat omat piirustuksensa ja näin saadaan luotua rakennuslupa-asiakirjat. Suunnitelmia on vielä mahdollista täydentää rakennuslupan hakemisen jälkeenkin. Loppujen lopuksi saadaan aikaan toteutuspiirustukset ja rakennuslupakäsittely pääsee vauhtiin. (Johdatus rakentamistalouteen, 51–55.)

### 3.4 Rakentamisvaihe

Rakentaminen voidaan teettää urakoitsijalla tai tehdä itse. Tässä projektissa rakentaminen toteutetaan niin pitkälle omana työnä kuin se vaan on mahdollista. Rakennuttaja voi palkata erillisen valvojan valvomaan projektin kulkua. Rakennustyömaata valvotaan kuitenkin myös viranomaisten toimesta. Työn valmistuttua rakennuksesta on pidettävä loppukatselmus. Ehtona loppukatselmuksen suorittamiselle on se, että rakennustyö on oltava kokonaan valmis. Tämä tarkoittaa sitä, että myös rakennuksen pihatyöt on oltava valmiit ennen loppukatselmuksen suorittamista. (Johdatus rakentamistalouteen 55–56, Huittisten kaupunki [www-sivut](http://www.sivut) 2015.)

### 3.5 Käyttöönotto

Projektin viimeinen vaihe on rakennuksen käyttöönotto. Rakennuksesta kootaan asiakkaalle käyttö- ja huolto- ohjeet. ”Käyttö- ja huolto-ohjetta ei tarvitse laatia esimerkiksi silloin, kun rakennuslupa on myönnetty tilapäiselle rakennukselle eikä yleensä myöskään silloin, kun rakennuslupa on myönnetty määräajan paikallaan pysytettävälle rakennukselle. Myös tuotanto- ja varastorakennukset mukaan lukien prosessiteollisuuden rakennukset ja tilat, joissa ei pysyvästi työskennellä, jäävät useimmiten säädöksen soveltamisen ulkopuolelle.” (Suomen RakMK A4 2000, 2). Tässä kohteessa ei Suomen Rakentamismääräyskokoelman mukaan tarvita käyttö- ja huolto-ohjekirjaa.

## 4 RAKENNUSLUVAN HAKEMINEN KOHTEELLE

### 4.1 Rakentamista ohjaava lainsäädäntö ja määräykset

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132 säätelee rakentamista ja sen luvanvaraisuutta. Lakien tavoitteena on saada aikaan terveellinen, turvallinen ja viihtyisä ympäristö elää ja asua. Maankäyttö- ja rakennuslaki ja asetus sisältävät ohjeita muun muassa kaavoituksesta, tonttijaosta ja rakentamisen luvista ja valvonnasta. Kuntien oma rakennusjärjestys määrää paikallisella tasolla rakentamista ja sen yksityiskohtia. Tarkemmat säännökset ja selventävät ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskoelmaan (RakMK). Rakentamismääräyskokelma sisältää määräyksiä uuden rakennuksen rakentamisesta ja ne ovat pääsääntöisesti velvoittavia. Muutos- ja korjaustöiden osalta määräyksiä joudutaan soveltamaan. Kunnan rakennusjärjestys, kuluttajan-suojalaki, tilaajavastuulaki, työturvallisuuslaki, sähkö- ja paloturvallisuuslaki on myös huomioitava rakentamisessa. (Ympäristöministeriön www-sivut 2015.)

Rakennusluvan edellytykset ovat erilaiset asemakaava alueella ja asemakaavan ulkopuolella. Asemakaava- alueen ulkopuolella rakentamisen määräykset ovat samanlaiset kuin asemakaava alueella. Suurimpana erona on se, että rakentaminen alueelle ei saa aiheuttaa kunnalle erityisiä kustannuksia vedensaannin, viemäroinnin tai teiden osalta.

*"Rakennusluvan myöntämisen edellytyksenä asemakaava-alueella on, että:*

*1) rakennushanke on voimassa olevan asemakaavan mukainen;*

*2) rakentaminen täyttää sille 117 §:ssä säädettyt sekä muut tämän lain mukaiset tai sen nojalla asetetut vaatimukset;*

*3) rakennus soveltuu paikalle;*

*4) rakennuspaikalle on käyttökelpoinen pääsytie tai mahdollisuus sellaisen järjestämiseen;*

*5) vedensaanti ja jätevedet voidaan hoitaa tyydyttävästi ja ilman haittaa ympäristölle; sekä*

*6) rakennusta ei sijoiteta tai rakenneta niin, että se tarpeettomasti haittaa naapuria tai vaikeuttaa naapurikiinteistön sopivaa rakentamista.*

*Rakennusluvan myöntämisen edellytyksenä asemakaava-alueen ulkopuolella on, että:*

- 1) rakennuspaikka täyttää 116 §:n vaatimukset;*
- 2) rakentaminen täyttää sille 117 §:ssä säädettyt sekä muut tämän lain mukaiset tai sen nojalla asetetut vaatimukset;*
- 3) rakentaminen täyttää 135 §:n 3–6 kohdassa asetetut vaatimukset;*
- 4) teiden rakentaminen tai vedensaannin taikka viemäröinnin järjestäminen ei saa aiheuttaa kunnalle erityisiä kustannuksia; sekä*
- 5) maakuntakaavasta tai yleiskaavasta johtuvat 33 ja 43 §:n mukaiset mahdolliset rajoitukset otetaan huomioon.” (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 135–136 §).*

## 4.2 Lupamenettely

Rakennuksen rakentamiseen tarvitaan aina rakennuslupa. Rakennuslupaa haetaan kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta. Rakennuslupamenettely lähtee vireille kirjallisella rakennuslupahakemuksella sekä tarvittavilla liitteillä. Rakennuslupaa voidaan nykyään hakea myös sähköisesti. Lupapiste on rakentajan asiointipalvelu, jonka kautta voidaan hakea rakentamiseen lupia ja hoitaa sähköisesti lupaprosessin asioita. Hakemus lähtee automaattisesti palvelun avulla hakijan kuntaan, johon rakennuslupaa haetaan. (Rakennuslupa www-sivut 2014.)

1.7.2014 tuli voimaan rakentamiseen liittyvä tiedonantovelvollisuus. Velvollisuus koskee urakatiedoissa sellaista rakentamispalvelua mikä on arvonlisäverolaissa määritelty. Esimerkiksi kiinteistön rakennus- ja korjaustyö, työvoiman vuokraaminen tai rakennustelineiden pystyttäminen tai purkaminen ovat tiedonantovelvollisuuden piirissä. Urakkatietona on ilmoitettava urakan kesto, kokonaissumma ja sopijaosapuolet. Tilaajan velvollisuudeksi jää ilmoittaa joka kuukausi keltä on tilannut rakentamispalvelua. Työntekijätiedot urakasta on annettava urakan päätoteuttajan toimesta ja jokaisen yrityksen on ilmoitettava omat työntekijänsä hankkeen päätoteuttajalle. Urakkatietoja ei tarvitse toimittaa suunnittelu- ja valvontatöistä, tavarankäytöstä tai rakentamispalveluista. Myös kiinteistöä koskevat kiinteistöhoito ja huoltotyöt eivät ole rakentamispalvelua. Työmaalle tavaraa kuljettavia henkilöitä ei tarvitse ilmoittaa ellei

kuljettaja osallistu rakennustöihin. Varminta onkin merkitä työmaalta lastauspaikka, johon kuljettajat tuovat ja vievät tavaraa. Verohallinto haluaa tiedon siitä kuka ilmoittaa rakennustyömaan urakkatiedot, kuka on urakoitsija ja mitä heille maksetaan urakasta. Tiedot urakan maksusta annetaan sen perusteella mitä kyseisellä kuukaudella on urakasta laskutettu. Jokaisella työmaalla työskentelevällä työntekijällä on oltava henkilökortti, josta ilmenee kyseisen henkilön veronumero. Rakentamisesta ei tarvitse antaa urakkatietoja, mikäli urakkasopimus on enintään 15 000 € ilman arvonlisäveroa. (Verohallinto www- sivut 2014.)

Yksityinen henkilö esimerkiksi kotitalous ilmoittaa verohallinnolle rakennusluvan alaiset työt vain kerran ennen kuin loppukatselmus suoritetaan. Rakennusluvan ollessa vain toimenpidelupa tai rakennusta puretaan verohallinnolle ei tarvitse toimittaa minkäänlaista ilmoitusta. Yksityishenkilöllä ei ole 15 000 € alarajaa niin kuin yrityksillä vaan kaikki työt on ilmoitettava. Talkootöistä on myös ilmoitettava lomakkeelle, mutta työntekijöiden nimiä ei tarvitse ilmoittaa. Verohallinnolta saatu todistus esitetään rakennustarkastajalle loppukatselmuksen yhteydessä. (Verohallinto www- sivut 2014.)

#### 4.3 Lomakkeet ja piirustukset

Rakennusvalvontaan toimitetaan lomakkeita rakennuslupaa haettaessa. (Liite 2)  
Kyseisestä projektista vaaditaan seuraavat lomakkeet:

- Rakennuslupahakemus
- Selvitys rakennuspaikan hallintaoikeudesta
- Karttaotteet
- Rakennuksen energiaselvitys
- Jätevesijärjestelmän rakentamistapaselostus
- Rakennushankeilmoitukset
- Selvitys naapureiden tiedottamisesta ja kuulemisesta
- Energiatodistus
- Ilmoitus vastaavien työnjohtajien hyväksymisestä (Huittisten kaupungin www-sivut 2015.)

Rakennuslupaa varten tarvitaan rakennuksen pääpiirustukset, jotka suunnittelijan tulee varmentaa omalla allekirjoituksellaan. Lupa on myös liitettävä pääpiirustuksiin kuuluvat asemapiirustus, pohjapiirustus, leikkauspiirustukset sekä julkisivupiirustukset (Liite 3) kolmena kappaleena. Suunnitelmat ja piirustukset on laadittava sellaisessa laajuudessa, jotta rakennuksen lupakäsittely on mahdollista suorittaa. (Huittisten kaupungin www-sivut 2015.)

## 5 HALLIN ARKKITEHTISUUNNITTELU

Rakennuksen käyttötarkoitus on toimia tuotantotilana ja toimistotilana. Ulkoseinien pintarakenteeksi on valittu 20x120 ulkovuorilauta väriltään punainen. Räystäänaluslaudat sekä rakennuksen pielilaudoitus toteutetaan valkoisella mitallistetulla puutavaralla. Rakennusten väriytykseen sekä ulkonäköön vaikuttaa jo tontilla olevat aikaisemmin rakennetut rakennukset. Piha-alue suunnitellaan siten, että kulku rakennukseen on helppo sekä pihatilaa on riittävästi. Katto on harjakatto ja sen katemateriaalina on ruskea profiloitu teräspelti.

Lattiamateriaalina on teräsbetonilaatta, joka hallitilan osalta maalataan lattiamaalilla puhtaanapidon sekä pölyyntymisen estämiseksi. Toimistotilan ja sosiaalitilan lattiat laatoitetaan puhtaanapidon helpottamiseksi. Wc- ja pesutilaan tehdään määräysten mukainen vesieristys. Sisätilat vuorataan kipsilevyllä ja levyt maalataan. Hallitilan ja sosiaalitilan väliseinä rakennetaan kevyeksi väliseinäarakenteeksi ja se eristetään villalla. Eristyksen ansiosta saadaan toimistotilojen ja hallitilan välistä ääneneristävyyttä parannettua.

### 5.1 Tilasuunnittelu

Hallirakennusten käyttö muokkautuu usein monella eri tapaa, joten niiden muokattavuus ja muunneltavuus on tärkeä osa suunnittelua. Pääkäyttötarkoitus määrittää tilojen mitoituksen. Sosiaalitilat, huoltotilat ja toimistotilat on mitoitettava suunniteltujen henkilömäärien ja teknisten laitteiden antamien vaatimusten mukaan. Yleensä vapaa

lattiatile suunnitellaan yhtenäiseksi siten, että siellä olisi mahdollisimman vähän esteitä. Suosituin muoto hallirakennukselle on monikäyttöisyytensä ja laajennettavuutensa mukaan suorakaiteen muotoinen. Suorakaiteen muotoinen rakennus on myös taloudellisin ja sitä on helppo tilantarpeen muuttuessa laajentaa ja muokata. Katto- muoto ja poikkileikkaus ovat tällöin valittavissa vapaasti. Hallista suunnitellaan 11 m leveä ja 19,5 m pitkä. Neliöltään se on 214,5 m<sup>2</sup>. (Salonen 2010, 40-42.)

Suunnittelussa on otettava huomioon myös orientoitavuus, tilantuntu, valaistus, akustiikka, sekä pinnat ja materiaalit. Suunnitteluvaiheessa on tärkeää huomioida mahdollinen laajentuminen tulevaisuuden varalle. Rakennus tulee suunnitella siten, että tilantarpeen lisääntyessä myöhemmät purku sekä muutostyöt olisivat mahdollisimman pieniä. Taulukossa 1 on esimerkki tuotantoyksiköstä ja sen tilantarpeesta erilaisille huonetiloille. (Salonen 2010, 43-45.)

Taulukko 1. Esimerkki 114 m<sup>2</sup> tuotantoyksikön ja sen yhteydessä olevien henkilöstö- ja toimistotilojen huonetilan ohjelmasta. Työntekijöitä on oletettu olevan 10. (RT 94-10181 1982, 6).

Huonetila	Tilantarve m <sup>2</sup>	Huomautuksia
Tuotantotila	72...144	
Varastotila	72...0	Ulkovarasto tarvittaessa erikseen
Toimisto- ja henkilöstötilat yhteensä	35...50	
– toimisto	7...17	Esim. yksi 7 m <sup>2</sup> ja yksi 10 m <sup>2</sup> toimisto
– pukutila	8...13	10 x 0,8 m <sup>2</sup> ... 10 x 1,3 m <sup>2</sup>
– peseytymistila	5	2 suihkua + 2 pesupaikkaa (naisille ja miehille erilliset pesutilat)
– wc- tila	5	2 wc:tä + 2 pesupaikkaa (naisille ja miehille erilliset wc-tilat)
– ruokailutila	10	1 m <sup>2</sup> työntekijää kohti
– siivoustila	2...4	

### 5.1.1 Hallin tarvittavat tilat

Toimistotilojen laajentamiseen on varauduttava ja niitä on pystyttävä laajentamaan siten, ettei se aiheuta haittaa muiden tilojen toiminnalle. Pukuhuoneen pinta-alan on oltava  $0,8 \dots 1,3 \text{ m}^2$  yhtä työntekijää kohden ja tilaan on sijoitettava vähintään yksi suihku. Miesten wc-tilojen tarve määräytyy siten, että on oltava yksi wc-tila 20 työntekijää kohden. Tällä työpaikalla ei ole erityistä työpaikkaruokalaa, joten tiloihin on sijoitettava erillinen ruokailutila ja laitteisto ruuan säilyttämistä ja laittamista varten. (RT 94-10181 1982, 5-6.)

Hallin yhteyteen tarvitaan pieni asiakaspalvelutila ja toimistotila. Rakennukseen rakennetaan yksi varsinainen toimistotila, jossa on työskentelytilat tilat kahdelle henkilölle. Sosiaalityötiloissa on mahdollisuus ruuan valmistamiseen sekä oleskelutila. Wc on sijoitettu suihkutilojen sekä pukuhuoneen yhteyteen. Varastotilan tarve on yleensä noin puolet suunnitellusta tuotantotilasta. (RT 94-10181 1982, 5-6.)

### 5.2 Rakennusalueen suunnittelu

Tilaajan toiveena oli, että rakennus sopii ympäristöönsä ja muihin rakennuksiin. Piha-alueesta piti jäädä toimiva ja tilaa piti jäädä rakennuksen eteen, jotta liikkuminen isommillakin ajoneuvoilla oli mahdollista. Työntekijöiden autoille oli myös saatava parkkipaikka, jotta ne eivät häiritsisi muuta liikennettä.

### 5.3 Rakenneratkaisut

Teollisuushallin rakentamisessa runkovaihtoehtoja on olemassa kolme puurakenne, teräsrakenne ja betonirakenne. Pilarirunkoinen halli on tyypillisin erillisrunkoisten hallien runkorakenne. Ristikko- ja vetotankokannattajat on yleensä rakennettu pilarirungon varaan. Pilarit jäykistetään mastojäykistykseen avulla, joten hallin kannattimien jännemitta voi olla jopa yli 50 m. Kaarirungot rakennetaan massiiviliimapuusta tai ristikkorakenteena. Se tukeutuu vaakasuunnassa tuettuihin perustuksiin ja perustukset tuetaan vetotangoilla tai vinopaaluilla. Huonona puolena kaarirunkoisessa rakennuksessa on se, että kaari joudutaan tukemaan peruspilarin varaan. Tämän takia



kaari jää yleensä sokkelin ulkopuolelle ja se on lämpöeristettävä ulkoapäin. Kehärunko on myös yksi puurakentamisen vaihtoehto. Siinä katon ja seinän runko on yhdistetty toisiinsa jäykkänurkkaisesti. Tämä saa aikaan perustuksiin vaakavoiman myös pystyssä olevasta kuormasta. (Woodproducts www-sivut.)

Teräsrakenne on halleissa myös yleinen joten useimmiten teräshallit ovat kehärakenteisia. Jäykistys tapahtuu siten, että pilarien ja palkkien välisistä liitoksista tehdään mahdollisimman jäykkiä. Teräkselle hyviä ominaisuuksia rakentamisessa ovat korkeat arvot veto- ja puristuslujuudessa. Etuna esimerkiksi tavalliseen ristikkorakenteeseen on se, että halliin jää paljon enemmän tilaa korkeudessa. Tuotantohallissa tämä tuo omat etunsa siinä, että hallista saadaan monikäyttöisempiä ja hyllyjä saadaan rakennettua korkeammaksi. (Siikanen 2009, 180–183; Teräsrakenneyhdistys ry 2010, 119.)

Teräsbetonirakenne sopii myös hyvin hallirakentamisen vaihtoehdoksi. Betoni on helppo ja edullinen valmistaa ja teräs ottaa hyvin vastaan jännitteitä. Rakenteet on suunniteltu yleensä siten, että betoni ja raudoitus kestävät rakenteelle tulevat rasitukset vain toimimalla yhdessä. Halli voidaan toteuttaa pilarirunkoisena tai palkkirunkoisena. Seinärakenteita rakennetaan myös paljon betonista ja tuodaan rakennustyömaalle valmiina. Pilari- palkkirunko on tavallisin rakenne betonihallille. Pilarit ovat neliön tai suorakaiteen muotoisia ja toimivat useimmiten jäykistävänä rakenteena. Palkit ovat I tai HI- jännebetonisiapalkkeja ja ylä- ja välipohjissa käytetään esimerkiksi ontelolaattoja, kuorilaattoja tai TT- laattoja. Pilari- palkkirunko antaa muunneltavuutta hallille, sillä kantavia pystyrakenteita on vähän. Betonista voidaan valmistaa myös erilaisia seinärakenteita. Betoni on seinärakenteena helppo valmistaa ja rapattuna betonista saadaan kestävä ja näyttävä julkisivu. (Suomen Betoniyhdistys r.y. 2004, 243–247; Elementtisuunnittelu www-sivut 2014; Understand building construction www-sivut.)

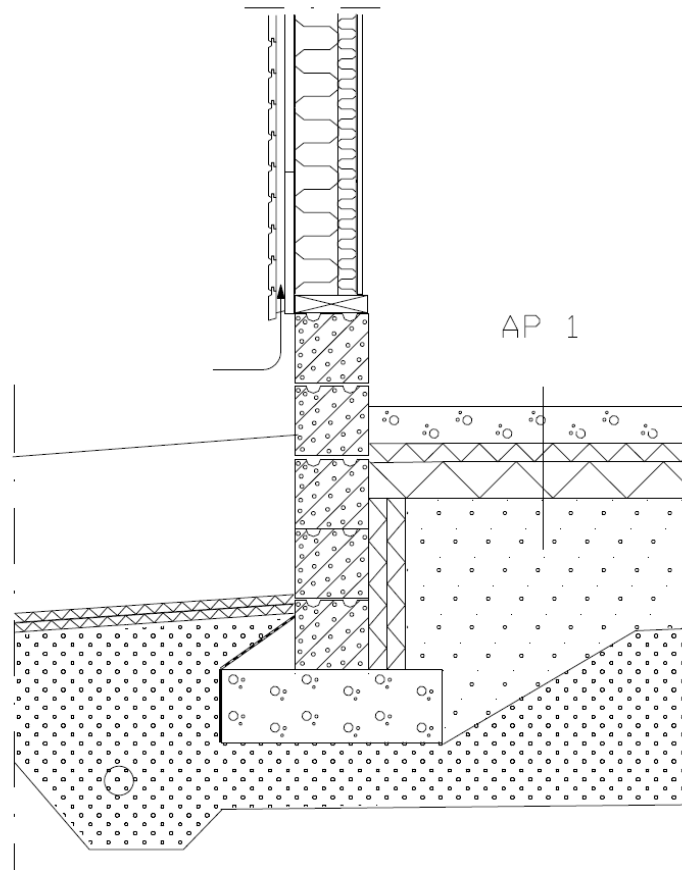
Rakennus päätettiin toteuttaa puurunkoisena. Puurakenne valittiin rakennusmateriaaliksi siksi, että se on kaikista kustannustehokkain ja tässä tapauksessa helpoin rakentamistapa. Tällöin vältetään suurilta kuljetuskustannuksilta verrattuna esimerkiksi betonielementtiin. Huonona puolena puurakentamisessa on rakennusajan pidentyminen, mutta etuja saadaan esimerkiksi siitä, että perustus voidaan toteuttaa hieman kevyempänä. Puu ei rakentamisessa ole yhtä tasalaatuinen verrattuna teräkseen ja betoniin. Teräs on palonkestoltaan hyvä ja palonsuojamaalilla saadaan

aikaan kohtuu hyvä rakenne. Halliin ei teräsrakenteessa jää hukkatilaa ja teräsrakenteet saa pystytettyä nopeasti sekä laajennettavuus on myöhemmin helppoa. Puurakenne on kuitenkin helpompi pystyttää verrattuna teräsrakenteeseen. Toisaalta tulipalon sattuessa teräs menettää kantokykynsä nopeasti. Betonirakenne on paloturvallinen ja ajansaatossa kestävä ja muunneltavuus on jälkikäteen helppoa. Puurakentamisessa ulkoseinät toimivat rakennuksen kantavana rakenteena. Rakennettavan rakennuksen runkotoipat asennetaan k 600 jaolla ja yläjuoksun vaakapuu toimii alustana johon kattoristikot kiinnitetään. Näin saadaan jaettua kattoristikoista aiheutuva paine laajemmalle alueelle. Kattotuolit toimivat taas puolestaan vesikaton kantavana rakenteena ja ne asennetaan k 900 jaolla. Lopuksi rakennus jäykistetään kipsilevyllä.

### 5.3.1 Perustukset

Pohjatutkimuksissa määritellään rakennukselle perustamistapa sekä todetaan routasuojauksen ja salaojituksen tarve. Rakennuksen sokkeli voidaan tehdä kevytsoratai betoniharkoista. Tällainen sokkeli tarvitsee jatkuvan anturan. (Salonen 2010, 30-32). Routaeristyksessä käytetään polystyreenilevyjä. Levyt asennetaan tasatun sekä tiivistetyn soratäytön päälle. Levyt asennetaan metrin levyisinä perustuksista ulospäin ja levyjen kaltevuuden on oltava 1:10. Kulkureittien routasuojaus tehdään 2-3 m leveänä ja kiilamaisesti ohenevana. Eristeen paksuuden määrää rakennuspaikan ilmastovyöhyke. Kyseinen rakennus sijaitsee ilmastovyöhykkeellä I, joten routaeristuksen paksuudeksi riittää 50 mm. (RT 81-10590 1995, 1-4).

Pinta- ja roiskevedet aiheuttavat julkisivumateriaaleille kosteusrasituksen. Vaurioiden minimoimiseksi julkisivuverhouksen alareunan tulee olla maanpinnan yläpuolella vähintään 300 mm sekä sokkelin vierustäyttö tulee olla tehty määräysten mukaisesti. Pintavedet tulee ohjata pois riittävällä kallistuksella sokkelista pois päin ja sadevedet ohjataan sadevesiviemäriin. Kuvassa 2 on esitetty suunniteltavan rakennuksen perustukset. (Salonen 2010, 95.)



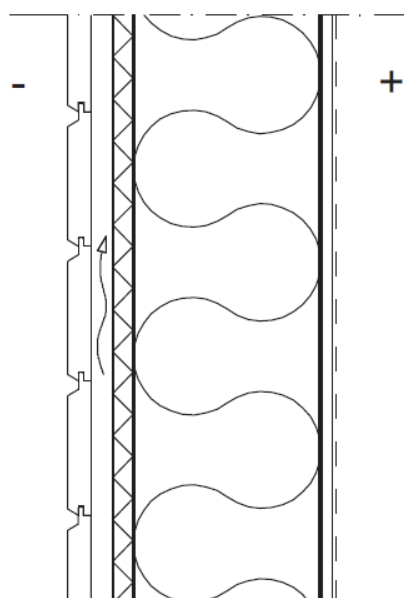
Kuva 2. Perustusleikkaus suunniteltavasta hallirakennuksesta.

### 5.3.2 Seinärakenteet

Ulkoerhousen takana oleva tuuletusvälin pitää olla riittävä, jotta rakenteeseen päässyt mahdollinen kosteus pääsee poistumaan tuuletusilman mukana. Rakennuksen sisäpuolen höyrynsulku suunnitellaan mahdollisimman lähelle sisäpintaa, jotta rakennuksen sisäpuolinen kosteus ei pääse eristekerrokseen. Rakennus suunnitellaan alipaineiseksi, jotta kostea ilma ei pyri sisältä ulospäin. (Salonen 2010, 95.)

Rakennuksen tuulensuojan tulee kestää kosteutta ja läpäistä vesihöyryä. Näin saadaan varmistettua, että lämmöneristeen eristyskyky säilyy ja saadaan estettyä tuulenpaineen aiheuttamat konvektiot rakenteen läpi. Julkisivumateriaalia valittaessa on huomioitava sadevedenpitävyys sekä lumen aiheuttama seinäpintaa pitkin kulkeva vesi.

Puujulkisivu kestää säärasituksia tietyin ehdoin. Julkisivun kiinnitysalustan tulee olla riittävän tukeva, esimerkiksi 25x100 mm lauta. Kuvassa 3 on esitetty seinärakennevaihtoehto. Verhousta asennettaessa turhia jatkoksia on vältettävä ja jatkoskohtien lautojen päät tulisi pohjamaalata ennen ulkoverhouksen asentamista. Listoitukset ja vesipellit tulee kallistaa niin, että veden valunta tapahtuu hallitusti. Kaikki rakenteen vaakaliitokset on hyvä varustaa tippapellityksin, jotta estetään veden pääsyn rakenteisiin. Rakennuksen runko suunnitellaan siten, että rakenteissa käytetään C24 lujuusluokan puutavaraa, joka täyttää tämänpäivän rakentamismääräykset. (Salonen 2010, 96.)



#### Rakennekerrokset:

28 mm	Ulkoverhous
22..25 mm	Tuuletusväli
	Pystylaudat 22..25 mm k600
25 mm	Tuulensuoja
Kantava rakenne rakennesuunnitelman mukaan,	
	puurunko 48x223 k600
	Lämmöneriste
0,2 mm	Ilman- ja höyrynsulku
9..15 mm	Rakennuslevy
Seinäpinta ja käsittely huoneselostuksen mukaan	

Lämmönläpäsyyskerroin  $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Kuva 3. Rakennuksen runko. (RT 82-11006 2010, 25).

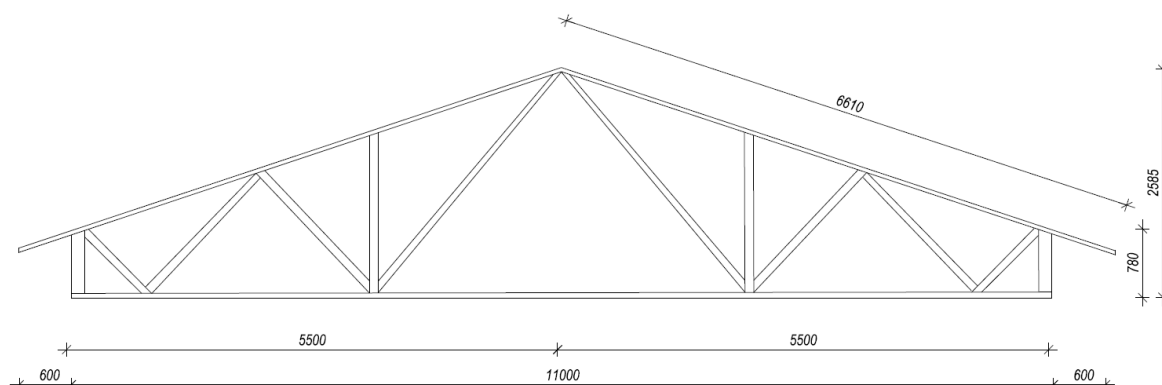
Seinän runkoon kuuluu runkotolpat, ala- ja yläsidepuut sekä ikkuna- ja oviaukkojen kehäpuut. Runkopuut sijoitetaan k 600 mm jaolla. Seinien kantokykyä voidaan parantaa tihentämällä tolppajakoa tai liittämällä toisiinsa kaksi tolppaa. (RT 82-10804 2003 3-5.)

Ulkoseinärakenteiden on täytettävä Suomen rakennusmääräyskokoelman C4 mukaiset vaatimukset lämmönläpäisevyydestä. Kohteen US1 toteutetaan seuraavasti: ulkoverhouslauta, ristiinkoolaus 32x100 k 600, pystykoolaus 22x50 k 600, tuulensuojalevy 12 mm, runko 48x148 k600+ villa 150 mm, koolaus 48x48+ villa 50 mm, höyrünsulku-muovi 0,2 mm ja rakennuslevy 13 mm.

### 5.3.3 Ristikko

Rakennukseen valittiin käytettäväksi NR- ristikkoita. Kannatinjakona käytetään k 900. Sauvoihin, jotka nurjahdustuetaan kiinnitetään sauvojen keskipisteeseen vaakalauta, joka sidotaan ylä- ja alapaarretasolle. Naulalevykannattimet tuetaan useimmiten syrjälleen sijoitetun sahatavaran päälle. Tukikiinnityksessä suositellaan käytettäväksi tehdasvalmisteisia teräslevyisiä kiinnikkeitä sekä naulaamiseen kampanauloja. Kohteessa tulee ottaa huomioon myös vesikaton jäykistys, sekä laatia siitä erillinen suunnitelma. Mahdollisia jäykistystapoja ovat jäykistysristikot, levyjäykistys tai pystytuet yhdessä alapaarten levyjäykistysen kanssa. (RT 85-10495 1993, 1-8.)

Tilaajalla oli valmiina tontille hankittuina ristikot, mitkä määräisivät suunniteltavan rakennuksen mittoja. Ristikoita asennetaan 22 kpl. Kuvassa 4 esitetty ristikkokaavio kohteeseen tulevasta ristikkorakenteesta.



Kuva 4. Kohteen ristikkokaavio.

## 5.4 Ikkunat ja ovet

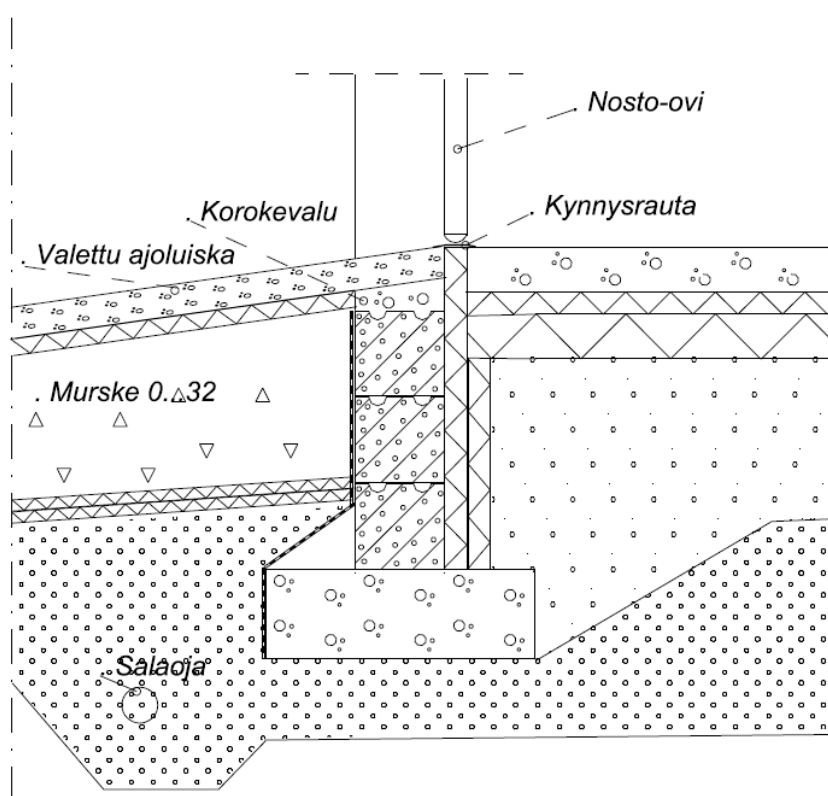
Rakennuksen toimivuuden kannalta on tärkeää, että kulkuaukot on suunniteltu tarpeiden mukaan. Aukot eivät saa olla liian isoja, sillä ne vievät hallista tilaa ja haittaavat koneiden sijoittelua. Tavaraa pitää voida tuoda sisään joustavasti ja valmiit tuotteet on pystyttävä siirtämään asiakkaalla helposti ja rikkomatta tuotetta. Koneiden on päästävä ovista sisään helposti ja vaurioittamatta rakennusta. Oven valinnan kannalta on myös huomioitava lämmöneristävyysvaatimukset. Oviaukoissa ja luiskissa on otettava huomioon kynnykset ja ajoluiskat. Maaperän routiminen aiheuttaa rakenteiden elämistä, mikä on otettava huomioon suunniteltaessa ovien kulku-aukkoja sekä luiskia.

Halleissa tyypillisimpiä ovityyppejä ovat liukuovet, nosto-ovet sekä erilaiset taitto-ovet. Nosto-ovissa oven nosto tapahtuu suoraan yläpäin tai vaihtoehtoisesti vaakaan katon suuntaan. Paras vaihtoehto nosto-oviin on useimmiten sellainen ovi, joka on mahdollisimman lähellä sisäkattoa. Ovi tasapainotetaan vääntöjousien avulla. Vääntöjouset mitoitetaan jokaiseen oveen erikseen, riippuen oven korkeudesta sekä leveydestä. Lämmöneristettävyys tapahtuu siten, että oven sisälle on rakennettu kylmäkatkoja eristenauhojen avulla. Ovet ovat pääsääntöisesti valmistettuja polyuretaanivaahdosta. Alimmainen lamelli varustetaan kumisuojalla, joka sisältää hylkimistiivisteet vettä vastaan. Oviin on saatavilla myös erilaisia lisävarusteita kuten sähkölukkoja, sähkötoiminen oven nosto, ikkunoita ja käyntiovia. Ovien mitat vaihtelevat leveydessä 1500–10000 mm ja korkeudessa 1500–6175 mm. (RT 38689 2015 2-6.)

Kulku toimistotiloihin tapahtuu 10x21 ulko- oven kautta. Hallitilaan pääsee kahden nosto- oven kautta sekä toimistotilan puolelta. Sosiaalitilaan päästään kulkemalla toimistotilojen lävitse. Rakennuksessa tarvitaan ikkunoita ja ovia seuraavasti:

- Ikkuna 11x8 13 kpl
- Ikkuna 13x10 1 kpl
- Ikkuna 6x12 2 kpl
- Ulko- ovi 10x21 1 kpl
- Nosto- ovi 2 kpl
- Väliovi 9x21 1 kpl
- Väliovi 8x21 4 kpl

Kohteeseen valitaan toimivuuden ja hinnan perusteella nosto-ovi väriltään valkoinen. Yksi ovista varustetaan sähkötoimisella nostolla, sillä se helpottaa kulkemista ulkotilan ja hallin välillä. Lisäksi se pidentää oven käyttöikää vähentäen kulumista ovien eri osissa. Ovien eteen valetaan luiskat suojaamaan rakennusta sekä uuden hallin lattiaa. Betonilaatan ulkokulmat halkeavat helposti joutuessaan rasitukseen. Kynnysraudat ankkuroidaan betonirakenteeseen ja raudassa olevat teräkset taivutetaan oikeaan asentoon. Ajo-oven kynnys ja ajoluiska voidaan rakentaa esimerkiksi kuvan 5 mukaan.



Kuva 5. Ajoluiska ja nosto-ovi.

Ajoluiska voidaan tehdä kivetyksestä, asfaltista, murskeesta tai valamalla. Luiskan tekemisessä haasteena on se, että isommat koneet rikkovat usein betonin pintaa ja betoniin syntyy halkeamia. Lattiabetonin ja ajoluiskan väliin asennetaan kynnysrauta estämään lattianreunojen murentumisen.

Ajoluiskat ovat yleensä pakkasen ja sulamisen takia hyvin liukkaita. Lisäksi maa routii ja betoni painuu ja halkeaa helposti. Halkeamisen ja painumisen estäminen on mahdollista. Betonilaatuna on käytettävä säänkestäviä betonilaatuja. Routimista voisi ehkäistä esimerkiksi käyttämällä lämmityskaapeleita. Niiden käyttö on kuitenkin suhteellisen kallista, joten ainakaan tässä kohteessa ei kustannussyistä niihin päädytty. Murskeen käyttö ajoluiskassa olisi myös toinen vaihtoehto, sillä sen lisääminen tarvittaessa on helpompaa ja syntyneet kuopat on yksinkertaisempia korjata. Murskeen käytössä ongelmana on se, että sitä kulkee helposti hallitiloihin, mikä vaikeuttaa puhtaanapitoa sekä huonontaa esimerkiksi pinnoitettua betonia.

Ajoluiska toteutetaan siten, että luiskan alle asennetaan 0.32 murske sekä eristeeksi polystyreenilevy. Hallin betonilattian ja luiskan välille on asennettava katko, jotta vältytään kylmäsillalta, sillä hallitila on tarkoituksena pitää puolilämpimänä. Katkona voidaan käyttää esimerkiksi polystyreenilevyä. Betonista tehty ajoluiska on myös muistettava raudoittaa hyvin.

## 5.5 Lämmöneristys

Laskemalla rakenteen U-arvo saadaan selville rakenteen lämmöneristyskyky. U-arvo ilmaisee lämpövirran tiheyden, joka menee rakennusosan lävitse. Mitä pienemmän U-arvon rakenne saa sitä paremmin se eristää lämpöä. Lämmöneristystä suunniteltaessa on otettava huomioon se, että lämmöneristeet ovat käyttötarkoitukseen sopivat. Rakennuksen eristeenä käytettävien materiaalien on kestävä ja säilytettävä ominaisuutensa koko rakennuksen käyttöiän ajan. Rakennusvaiheessa eristeet on suojattava kastumiselta sekä vaurioitumiselta. Eristystö tulisi tehdä silloin kuin rakenteet, jotka suojaavat lämmöneristystä ovat täysin valmiit. Asennusvaiheessa huolehditaan siitä, että eriste täyttää mahdollisimman hyvin runkopuiden välisen tilan, eikä saumoja eristekerroksien välissä jäisi samoihin kohtiin. Lämmöneristettä ei saa myöskään painaa ohuemmaksi. Lämmöneristävyttä parantaa myös tuulensuojalevy, joka suunnitellaan kiinni lämmöneristeeseen. Tuulensuojalevyssä ei saa olla reikiä ja se tulee asentaa siten, että levyjen väliin ei jää rakoja. Levyt kiinnitetään mahdollisuuksien mukaan jäykkää pintaa vasten. Ilmansulku suunnitellaan rakennuksen



kahden eristekerroksen väliin ilmapuododun estämiseksi. Rakennuksen sisätilat suunnitellaan alipaineiseksi ulkotilaan nähden. (Suomen RakMK C4 2003 7-9.) Taulukossa 2 on esitetty puolilämpimän ja lämpimän tilan U- arvo vaatimukset, jotka poikkeavat toisistaan hieman. Puolilämpimän tilan lämmöneristysvaatimukset ovat hieman heikommalla verrattuna kokonaan lämpimään tilaan. Hirsiseinää koskevat myös erilaiset U- arvovaatimukset.

Taulukko 2. Puolilämpimän ja lämpimän tilan U- arvot C4 mukaan. (Suomen RakMK D3 2003, 7).

	Lämpimän tilan U-arvo W/ m <sup>2</sup> K	Puolilämpimän tilan U-arvo W/ m <sup>2</sup> K
Seinä	0,17	0,26
Hirsiseinä (hirsirakenteen keskimääräinen pak- suus vähintään 180 mm)	0,40	0,60
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09	0,14
Ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukkojen määrä enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta)	0,17	0,26
Maata vastaan oleva rakennusosa	0,16	0,24
Ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,0	1,4

### 5.5.1 Lämmönläpäisevyyskertoimen määrittäminen

Jokaiselle rakennukselle on esitettävä rakennuspiirustuksissa U-arvovaatimus. U-arvo vaatimusten laskukaavat saadaan soveltamalla Suomen rakentamismääräyskokoelmaa C4 luonnosta sekä nykyistä Suomen rakentamismääräyskokoelmaa C4. Rakennuksen U-arvo lasketaan seuraavasti kaavalla 1 (Suomen RakMK C4 2003, 5.)

$$U = \frac{1}{Rt} \quad \left[ \frac{W}{m^2 K} \right] \quad \text{KAAVA 1}$$

$R_T$  = kokonaislämmönvastus  $[(m^2 \cdot K)/W]$

$U$  = lämmönläpäisevyyskerroin  $[W/(m^2 \cdot K)]$

Rakennusosan kokonaislämmönvastus  $R_T$  lasketaan seuraavasti käyttäen kaavaa 2:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_m + R_g + R_b + R_{q1} + R_{q2} \dots + R_{qn} + R_{se} \quad \text{KAAVA 2}$$

$$R_1 = d_1 / \lambda_1, R_2 = d_2 / \lambda_2, \dots R_m = d_m / \lambda_m$$

$d_1, d_2 \dots d_m$  ainekerroksen 1,2... m paksuus

$\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_m$  ainekerroksen... m 1,2 lämmönjohtavuuden suunnittelu-  
teluarvo esim. normaalin lämmönjohtavuus

$R_g$  rakennusosassa olevan ilmakerroksen lämmönvastus

$R_b$  maan lämmönvastus

$R_{q1} + R_{q2} \dots + R_{qn}$  ohuen ainekerroksen 1, 2,... n lämmönvastus

$R_{si} + R_{se}$  sisä- ja ulkopuolisen pintavastuksen summa (Suomen  
RakMK C4 2003 C4, 5).

Taulukon 3 avulla laskukaavaan saadaan sisä- ja ulkopuolisen lämmönvastuksen arvot. Arvot vaihtelevat sen perusteella onko laskettava rakenteen lämpövirta suoraan, ylöspäin vai alaspäin eli onko laskettavana rakenne yläpohja-, alapohja- vai seinärakenne. Taulukon 4 perusteella saadaan tarvittavien rakennusaineiden lämmönjohtavuusarvot eli  $\lambda_n$  arvo. Jokaiselle CE merkinnällä varustetulle rakennusaineelle on määritetty omat lämmönjohtavuuden arvot.  $\lambda_n$  arvona voidaan käyttää tyyppihyväksyntäpäätöksissä esitettyjä arvoja tai jollakin muulla hyväksyttävällä tavalla saatuja suunnitteluarvoja. Suunnitteluarvona käytetään yleisesti sellaista arvoa, joka on 10 ° lämpötilassa olevalle aineelle. (Suomen RakMK C4 2003 C4, 8).

Taulukko 3. Sisä- ja ulkopuolinen pintavastus  $R_{si}$  ja  $R_{se}$ . (Suomen RakMK C4 2003 C4, 16).

Lämpövirran suunta	$R_{si} [(m^2 \cdot K)/W]$	$R_{se} [(m^2 \cdot K)/W]$
Vaakasuora	0,13	0,04
Ylöspäin	0,10	0,04
Alaspäin	0,17	0,04

Taulukko 4. Aineiden lämmönjohtavuus arvot. (Suomen RakMK C4 2003 10–15).

Aine, tarvike	$\lambda_n$ normaalin lämmönjohtavuus $[\frac{W}{m \cdot K}]$
Betoni	1,7
Styrox	0,041
Kipsilevy	0,23
Villa	0,036
Tuulensuojalevy	0,055
Puu	0,12

Useita erilaisia ainekerroksia sisältävä rakenteen U-arvoa laskettaessa kokonaislämmönvastukselle lasketaan ylälikiarvo  $R_T'$  ja alaliikiarvo  $R_T''$ . Tällöin kokonaislämmönvastus  $R_T$  saadaan laskettua ala- ja ylälikiarvon keskiarvona.  $R_T$  lasketaan seuraavasti kaavan 3 avulla:

$$R_t = \frac{R_T' + R_T''}{2} \quad \text{KAAVA 3}$$

$R_T'$  rakennusosan kokonaislämmönvastuksen ylälikiarvo [ $m^2 \text{ K/W}$ ]

$R_T''$  rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alaliikiarvo [ $m^2 \text{ K/W}$ ] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 7.)

Kokonaislämmönvastuksen yläikiarvo lasketaan siten, että rakennusosa jaetaan lämpövirran suuntaan nähden lohkoihin. Kokonaislämpövastuksen yläikiarvo lasketaan seuraavasti kaavan 4 avulla:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots \frac{f_n}{R_{Tn}} \quad \text{KAAVA 4}$$

$R_t$	rakennusosan kokonaislämmönvastuksen yläikiarvo [m <sup>2</sup> K/W]
$f_a, f_{ab}, \dots, f_{an}$	lohkojen a, b,...,n osuudet rakennusosan lämpövirran suuntaan nähden kohtisuorasta pinta-alasta
$R_{Ta}, R_{Tb}, R_{Tn}$	lohkojen a, b,...,n kokonaislämmönvastukset [m <sup>2</sup> K/W] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 8.)

Alalikiarvo  $R''_T$  lasketaan rinnakkaisten lämmönvastusten yhdistämisen jälkeen kaavalla 5:

$$R''_T = R_{si} + (R''_1 + R''_2 + \dots + R''_j) + R_1 + R_2 + \dots + R_k + R_{se} \quad \text{KAAVA 5}$$

$R''_T$	rakennusosan kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo [m <sup>2</sup> K/W]
$R_{si}$	sisäpuolen pintavastus [m <sup>2</sup> K/W]
$R_{se}$	ulkopuolen pintavastus [m <sup>2</sup> K/W]
$(R''_1, R''_2, R''_j)$	rakennusosan kerroksissa a, b,...,j olevien rinnakkaisten lohkojen yhdistetyt lämmönvastukset [m <sup>2</sup> K/W]
$R_1, R_2, \dots, R_k$	rakenneosan tasa-aineisista ja tasapaksuista ainekerroksista muodostuvien kerrosten 1, 2,...,k lämmönvastukset [m <sup>2</sup> K/W] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 8.)

Korjattu lämmönläpäisykerroin  $U_c$  saadaan lämmönläpäisyyskertoimeen lisätään korjaustermi. Korjattu termi lasketaan seuraavasti kaavan 6 mukaan:

$$U_c = U + \Delta U \quad \text{KAAVA 6}$$

$U_c$  rakennusosan korjattu lämmönläpäisykerroin  $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$

$U$  rakennusosan lämmönläpäisykerroin  $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$

$\Delta U$  lämmönläpäisykertoimen korjaustermi  $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$  (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 10.)

Rakenteen  $U$ - arvolaskelmissa otetaan huomioon myös kylmäsilat. Laskennassa huomioidaan myös rakennuksessa olevat siteet, kannakset ja tuki- sekä runkorakenteet, jotka ovat rakenteen vaipan alueella. Lämmönläpäisykertoimen korjaustermi  $\Delta U$  lasketaan seuraavalla kaavalla 7:

$$\Delta U = \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_r + \Delta U_\Psi \quad \text{KAAVA 7}$$

$\Delta U_f$  mekaanisista kiinnikkeistä aiheutuva korjaustekijä  $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$ ,

kaava 8 tai 9

$\Delta U_g$  ilmaraoista aiheutuva korjaustekijä  $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$ , kaava 10

$\Delta U_r$  käännettyistä katoista aiheutuva korjaustekijä  $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$ ,

kaava 11

$\Delta U_\Psi$  viivamaisista kylmäsilloista (esimerkiksi teräslanka) aiheutuva korjaustekijä  $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$ , kaava 12 (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 10.)

Mekaanisten kiinnikkeiden korjaustekijän lasketaan seuraavasti kaavalla 8 tai 9:

$$\Delta U_f = \frac{\alpha \lambda_f A_f n_f}{d_0} \left( \frac{R_{f0}}{R_{Th}} \right)^2 \quad \text{KAAVA 8}$$

$\Delta U_f$	mekaanisista kiinnikkeistä aiheutuva korjaustekijä $\frac{W}{m^2 K}$
$\alpha$	kerroin, kaava 13
$A_f$	yhden kiinnikkeen poikkipinta-ala $\frac{W}{mK}$
$n_f$	kiinnikkeiden lukumäärä neliömetriä kohden $m^2$
$d_0$	sen lämmöneristekerroksen kokonaispaksuus, johon kiinnike on asennettu $1/m^2$
$R_{f0}$	sen lämmöneristekerroksen lämmönvastus ilman kylmäsiltojen vaikutusta, jonka kiinnike läpäisee, kaava 14 [ $m^2 K/W$ ]
$R_{Th}$	tarkasteltavan rakennusosan kokonaislämmönvastus ilman korjaustekijöiden ja kylmäsiltojen vaikutusta [ $m^2 K/W$ ] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 10.)

Kaavassa 8 esitetty kerroin  $\alpha$  lasketaan kaavan 13 mukaan:

$$\alpha = 0,8 \frac{d_{fo}}{\lambda_0} \quad \text{KAAVA 13}$$

$d_{fo}$	pituus, jonka kiinnikkeen huomattavasti ympäröivää lämmöneristettä paremmin lämpöä johtava osa kulkee tarkasteltavan lämmöneristekerroksen sisällä kohtisuoraan eristeen paksuuden suuntaisesti (lämpövirran suuntainen pituus) [m]
$\lambda_0$	sen lämmöneristekerroksen lämmönjohtavuus, jonka läpi kiinnike kulkee [ $W/(m K)$ ] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 11.)

Kaava 9, jolla saadaan laskettua mekaaniset kiinnikkeet ja säännöllisten kylmäsiltojen läpäisykertoimen lisäys:

$$\Delta U_f = \sum X_j \frac{n_j}{A} \quad \text{KAAVA 9}$$

$\Delta U_f$	mekaanisista kiinnikkeistä aiheutuva korjaustekijä $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$
$X_j$	rakennusosassa olevien keskenään samanlaisten pistemäisten kylmäsiltojen aiheuttama pistemäinen lisäkonduktanssi W/K
$n_j$	samanlaisten pistemäisten kylmäsiltojen lukumäärä rakennusosassa
$A$	rakennusosan pinta-ala m <sup>2</sup> (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 11.)

Kaavalla 10 saadaan ilmareakojen ja asennuksen aiheuttama lisäys lämmöneristyksessä:

$$\Delta U_g = \Delta U'' \left( \frac{R_1}{R_{Th}} \right)^2 \quad \text{KAAVA 10}$$

$\Delta U_g$	ilmaraoista aiheutuva korjaustekijä $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$
$\Delta U''$	ilmaraoista aiheutuva korjauskerroin $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$ , Taulukko 5
$R_1$	ilmarakoja sisältävän lämmöneristekerroksen lämmönvastus ilman kylmäsiltojen vaikutusta [m <sup>2</sup> K/W]
$R_{Th}$	tarkasteltavan rakenneosan kokonaislämmönvastus ilman korjaustekijöiden ja kylmäsiltojen [m <sup>2</sup> K/W] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 11.)

Korjauskerroin  $\Delta U''$  voidaan ottaa taulukosta 5, mikäli saatavilla ei ole tarkempaa tietoa. (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 14.)

Taulukko 5. Ilmaraoista aiheutuva korjauskerroin  $U''$  (Suomen RakMK C4 luonnos 2003, 14).

Taso	Ilmaraon kuvaus	$\Delta U'', \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$
0	Lämmöneristeessä ei ole ilmarakoja tai lämmöneristeessä on vain vähäisiä ilmarakoja, joilla ei ole merkittävää vaikutusta lämmönläpäisykertoimeen	0,00
1	Lämmöneristeessä on eristeen läpäiseviä ilmarakoja, jotka eivät kuitenkaan aiheuta ilman kiertokulkua lämmöneristeen lämpimän ja kylmän puolen välillä.	0,01
2	Lämmöneristeessä on eristeen läpäiseviä ilmarakoja, jotka aiheuttavat ilman kiertokulkua lämmöneristeen lämpimän ja kylmän puolen välillä	0,04

Kaavan 11 käännettyjen kattojen korjaustekijä  $\Delta U_r$  lasketaan seuraavasti:

$$\Delta U_r = p f x \left( \frac{R_1}{R_{Th}} \right)^2 \quad \text{KAAVA 11}$$

p	lämmityskauden keskimääräinen sateen intensiteetti, jona voidaan käyttää yleensä arvoa 0,5 mm/vrk
f	vedeneristyksen ja lämmöneristeen väliin kulkeutuneen sadeveden osuus keskimääräisestä sateen intensiteetistä
x	kerroin, jolla kuvataan sadeveden kulkeutumisesta vedeneristyksen ja lämmöneristeen väliin aiheutuvaa kasvanutta lämpöhäviötä W vrk/(m <sup>2</sup> K mm)
$R_1$	vedeneristyksen yläpuolella olevan lämmöneristekerroksen lämmönvastus ilman kylmäsiltojen vaikutusta [m <sup>2</sup> K/W]
$R_{Th}$	rakenteen kokonaislämmönvastus, ilman korjaustekijöiden ja kylmäsiltojen vaikutusta [m <sup>2</sup> K/W] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 12.)



Kaavassa 8 käytetty lämmönvastus  $R_{f0}$  lasketaan kaavalla:

$$R_{f0} = \frac{d_{fo}}{\lambda_0} \quad \text{KAAVA 14}$$

$d_{fo}$	pituus, jonka kiinnikkeen huomattavasti ympäröivää lämmöneristettä paremmin lämpöä johtava osa kulkee tarkasteltavan lämmöneristekerroksen sisällä kohtisuoraan eristeen paksuuden suuntaisesti (lämpövirran suuntainen pituus) [m]
$\lambda_0$	sen lämmöneristekerroksen lämmönjohtavuus, jonka läpi kiinnike kulkee [W/(m K)] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 11.)

Viivamaisten kylmäsiltojen kuten teräslankojen korjaustekijä lasketaan kaavalla 12:

$$\Delta U_{\Psi} = \sum \Psi_k (l_k/A) + \sum X_j (n_j/A) \quad \text{KAAVA 12}$$

$\Psi_k$	rakennusosassa olevien keskenään samanlaisten viivamaisten kylmäsiltojen k viivamainen lisäkonduktanssi [W/ (m·K)]
$X_j$	rakennusosassa olevien keskenään samanlaisten pistemäisten kylmäsiltojen j aiheuttama pistemäinen lisäkonduktanssi [W/K]
$l_k$	samanlaisten viivamaisten kylmäsiltojen yhteispituus rakennusosassa [m]
$n_j$	samanlaisten pistemäisten kylmäsiltojen lukumäärä rakennusosassa
$A$	rakennusosan pinta-ala [m <sup>2</sup> ] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 13.)

### 5.5.2 Maanvaistaiset rakenteet

Maanvastaiset rakenteet tulisi suunnitella siten, että routimisesta, kosteudesta eikä kylmyydestä ole haittaa rakennuksen toimivuudelle. Sisätiloissa lattian ja ulkoseinän läheisyydessä lämpötila ei saa viihtyvyyden takia laskea liian alhaiseksi. Rakenteiden liittymiin ei saa muodostua kylmäsiltoja. Mikäli rakennuksen perustamissyvyys jää syvyyden yläpuolelle käytetään routaeristystä. Lämmönläpäisykerroin voidaan laskea yksinkertaisesti kertomalla pelkkä lattiarakenteen tai seinärakenteen U-arvo luvulla 0,9. (Suomen RakMK C4 2003 18.) Tarkemmin lattiarakenne voidaan laskea seuraavien kaavojen 15- 20 perusteella. Tarkemmin laskettu alapohjan lämmönläpäisykerroin lasketaan seuraavasti:

$$U_f = \frac{\lambda_s}{0,475B' + d_t} + \frac{2\psi_{ge}}{B'} \quad \text{KAAVA 15}$$

$U_f$	maanvastaisen alapohjan lämmönläpäisykerroin $\left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$
$\lambda_s$	maan lämmönjohtavuus [W/(m K)]
$B'$	suhteellinen lattiamitta [m], kaava 16
$d_t$	maanvastaisen alapohjan ekvivalentti paksuus [m], kaava 17
$\psi_{ge}$	lattiarakenteen reuna-alueella olevan vaakasuuntaisen lisälämmöneristeen tai perusmuurin pystysuuntaisen lämmöneristykseen huomioon ottava viivamainen lisäkonduktanssi [W/(m K)] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 28.)

Karakteristinen mitta eli lattiarakenteen lattiamitta lasketaan kaavan 16 avulla:

$$B' = \frac{A}{0,5P} \quad \text{KAAVA 16}$$

$B'$	suhteellinen lattiamitta [m]
$A$	lattiarakenteen pinta-ala m <sup>2</sup>
$P$	lattiarakenteen piiri [m] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 26.)

Maanvastaisen rakenteen ekvivalentti paksuus saadaan kaavalla 17:

$$d_t = w + \lambda_s(R_{si} + R_f + R_{se}) \quad \text{KAAVA 17}$$

$d_t$	maanvastaisen alapohjan ekvivalentti paksuus [m]
$w$	seinän paksuus lattiarakenteen kohdalla[m]
$\lambda_s$	maan lämmönjohtavuus [W/(mK)]
$R_{si}$	sisäpuolen pintavastus $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$
$R_{se}$	maan pinnan pintavastus ulkona [m <sup>2</sup> K/W] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 27.)

Lisäkonduktanssi  $\psi_{ge}$  lasketaan vaaka ja reuna-alueen lämmöneristeelle. Näistä arvoista valitaan itseisarvoltaan suurempi ja käytetään sitä laskuissa. Reuna-alueen lisäkonduktanssi lasketaan kaavan 18 avulla seuraavasti:

$$\psi_{geh} = -\frac{\lambda_s}{\pi} \ln\left[\frac{D_h}{d_t} + 1 - \ln\left(\frac{D_h}{d_t + d_h} + 1\right)\right] \quad \text{KAAVA 18}$$

$\psi_{geh}$	lattiarakenteen reuna-alueella olevan vaakasuuntaisen lisälämmöneristeen huomioon ottava viivamainen lisäkonduktanssi [W/(mK)]
$\lambda_s$	maan lämmönjohtavuus [W/(mK)]
$d_t$	maanvastaisen alapohjan ekvivalentti paksuus [m]

$D_h$	lattiarakenteen reuna-alueella olevan vaakasuuntaisen lisälämmöneristystyksen leveys [m]
$d_h$	lattiarakenteen reuna-alueella olevan vaakasuuntaisen lisälämmöneristeen ekvivalentti lisäpaksuus[m] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 28.)

Reuna-alueen vaakasuuntainen lisäpaksuus kaavalla 19:

$$d_h = \lambda_s (R_{nh} - \frac{d_{mh}}{\lambda_s}) \quad \text{KAAVA 19}$$

$d_h$	lattiarakenteen reuna-alueella olevan vaakasuuntaisen lisälämmöneristeen ekvivalentti lisäpaksuus [m]
$\lambda_s$	maan lämmönjohtavuus [W/(mK)]
$R_{nh}$	lattiarakenteen reuna-alueella olevan lämmöneristeen lämmönvastus [m <sup>2</sup> K/W]
$d_{mh}$	lattiarakenteen reuna-alueella olevan lämmöneristeen paksuus [m] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 30.)

Pystysuuntaisen lämmöneristystyksen huomioiva lisäkonduktanssi kaavan 19 mukaan:

$$\psi_{gev} = -\frac{\lambda_s}{\pi} \ln \left[ \frac{D_{hv}}{d_t} + 1 - \ln \left( \frac{D_v}{d_t + d_v} + 1 \right) \right] \quad \text{KAAVA 19}$$

$\psi_{gev}$	lattiarakenteen reuna-alueella olevan vaakasuuntaisen lisälämmöneristeen huomioon ottava viivamainen lisäkonduktanssi [W/(mK)]
$\lambda_s$	maan lämmönjohtavuus [W/(mK)]
$d_t$	maanvastaisen alapohjan ekvivalentti paksuus [m]
$D_v$	lattiarakenteen reuna-alueella olevan vaakasuuntaisen lisälämmöneristystyksen leveys [m]

$d_v$  lattiarakenteen reuna-alueella olevan vaakasuuntaisen lisälämmöneristeen ekvivalentti lisäpaksuus[m], kaava 20(Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 29.)

Kaavalla 20 Alapohjarakenteen reuna-alueella olevan vaakasuuntaisen lämmöneristeen lisäpaksuus saadaan laskettua seuraavasti:

$$d_v = \lambda_s (R_{nh} - \frac{d_{nv}}{\lambda_s}) \quad \text{KAAVA 20}$$

$d_v$  lattiarakenteen reuna-alueella olevan pystysuuntaisen lisälämmöneristeen ekvivalentti lisäpaksuus [m]  
 $\lambda_s$  maan lämmönjohtavuus [W/(mK)]  
 $R_{nv}$  perusmuurin lämmönvastus [m<sup>2</sup> K/W]  
 $d_{nh}$  perusmuurin paksuus [m] (Suomen RakMK C4 luonnos 2012, 30.)

Teollisuushallin U- arvoksi saatiin eri rakenteiden osalta seuraavasti:

Ulkoseinä 0,20 W/ (m<sup>2</sup>\*K)

Yläpohja 0,12 W/ (m<sup>2</sup>\*K)

Alapohja 0,16 W/ (m<sup>2</sup>\*K)

Ikkunat ja ovet 1,0 W/ (m<sup>2</sup>\*K)

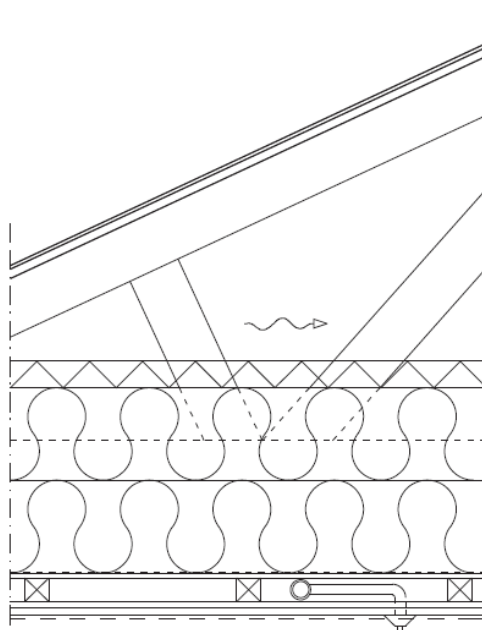
Suunnitellun rakennuksen rakenteet täyttävät nykypäivän puolilämpimälle rakennukselle asetetut U-arvo vaatimukset. Tarkempi U- arvo laskelma ulkoseinästä ja alapohjasta esitetty liitteessä 4.

## 5.6 Rakennustekninen suunnitelma

### 5.6.1 Yläpohjarakenne

Räystään tehtävänä on suojata seinärakennetta sateelta ja lumelta. Puurunkoisen ulko-verhouksen yhteydessä on hyvä käyttää leveää räystäsrakennetta. Vesikattorakenteen

on oltava tiivis, joten läpiviennit, kiinnitykset ja liitokset on tehtävä huolella. Kosteuksen poistuminen on varmistettava riittävällä tuuletusvälillä (Kuva 7). (Salonen 2010, 98.)



Kuva 7. Yläpojarakenne. (RT 83-11010 2010, 21).

Rakennekerrokset:

	Peltikate
5 mm	Vaimennuskaista
15 mm	Rakennuslevy
≥ 100 mm	Tuuletusväli
	Kantava rakenne
50 mm	Tuulensuoja
350 mm	Lämmöneriste
	Ilman- ja höyrynsulku
6 mm	Rakennuslevy
45..50 mm	Puukoolaus k 400
30 mm	Rakennuslevy
	Pintakäsittely huoneselosteen mukaan

Paloluokka REI 60 sekä lämmönläpäisyyskerroin  $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ . (RT 83-11010 2010, 21).

Kohteessa kattorakenne on toteutettu siten, että käytetään profiloitua muovipinnoitettua peltiä, ruodetavarana 32x100 sahatavaraa K350 jaolla, kiinnitysrimat 22x100 jako K1200, aluskate, kattoristikot rakennesuunnitelmien mukaan sekä tuuletettu ullakko-tila.

Yläpohja toteutetaan seuraavasti: tuuletettu ullakko-tila, mineraalivilla 450 mm, kattoristikot rakennesuunnitelmien mukaan K900, höyrynsulkumuovi 0,2 mm, koolaus 48x48 mm K400 ja rakennuslevy.

### 5.6.2 Väliseinärakenne

Käytettävien väliseinärakenteiden on rakennusmääräysten mukaan täytettävä palonkesto EI 30. Väliseinän runko toteutetaan 48x123+ 48x48 mitallistetulla puutavaraalla tai suoraan 48x173 mitallistetulla tavaralla. Lämmöneristeeksi käytetään rungon vahvuuden mukaan esimerkiksi 175 mm tai 120 mm + 50 mm mineraalivillaa.

### 5.6.3 Alapohja

Alapohjarakenteena rakennuksessa käytetään 100 mm vahvuista teräsbetonilaattaa sekä styroxia 50+50+50 mm lämmöneristeinä. Lämmöneristeen alla on hyvin tiivistetty sora, jota on vähintään 300 mm sekä suodatinhiekkaa 100 mm tai vastaavasti suodatinkangas.

### 5.6.4 Ulkoseinä

Ulkoseinän pintamateriaalina käytetään 20x120 mm ulkoverhouslautaa. Runkotavarana käytetään 48x148 mitallistettua, runkojakona k 600. Tuulensuojaristeenä 9 mm vahva tuulensuojalevy. Koolaukseen käytetään 22x100 mm lautaa sekä 32x100 mm varmistaen rakenteen hyvä tuuletus. Eristeenä käytetään mineraalivillaa, jonka jälkeen asennetaan höyrynsulkumuovi. Sisäverhouslevynä käytetään 13 mm kipsilevyä.

Rakennuksen ulkoseinään on suunniteltu käytettäväksi puuverhousta. Tällöin on huolehdittava mahdollisesta rakenteeseen päässeestä kosteudesta. Tuuletusvälin tulee olla alhaalta ja ylhäältä avoin, jotta kosteus pääsee poistumaan tuuletusilman mukana. (Salonen 2010, 95.)

## 5.7 Energiaselvitys

Rakennuslupaa haettaessa rakennuslupahakemukseen on liitettävä rakennuksen energiaselvitys. Energiaselvityksen rakennukselle laatii rakennuksen pääsuunnittelija ja rakennuksen käyttöönottovaiheessa varmentaa sen mahdollisten muutoksien varalta. (Suomen RakMK D3 2011).

# 6 PALOMÄÄRÄYKSET

## 6.1 Paloluokka

Rakennukset jaetaan kolmeen paloluokkaan P1, P2 ja P3. Taulukossa 5 esitellään rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset eri paloluokissa. Paloluokka määräytyy rakennuksen korkeuden, kerrosalan ja kerrosluvun mukaan. Ensimmäiseen paloluokkaan P1 kuuluvat rakennukset, jotka kestävät paloa pääsääntöisesti sortumatta. Rakennuksen henkilömäärää eikä kokoa ole määräyksissä rajoitettu. P2 luokan rakennuksille annetaan määräyksiä pintaosien palonkestolle sekä rakennuksen kokoa ja henkilömäärää on rajoitettu. P3 luokan rakennuksissa kantaville rakennuksille ei aseteta vaatimuksia. Rakennuksen paloturvallisuutta parannetaan pienentämällä rakennuksella ja rajaamalla henkilömäärää. Rakennuksen paloluokkajaosta voidaan poiketa, mikäli palokuormat eivät ole suuria tai rakennukseen on asennettu automaattisia sammutusjärjestelmiä. Tässä kohteessa paloluokka P3. (Suomen RakMK E1 2011, 4-6.)



Taulukko 5. Rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset.( Suomen RakMK E1 2011,5).

RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET			
Rakennuksen ominaisuus	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
<b>KERROSLUKU</b>			
– yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
– asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
– tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
<b>KORKEUS</b>			
– yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
– asuinrakennus, työpaikkarakennus 3-4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	ei sallittu
– asuinrakennus, työpaikkarakennus 5-8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	ei sallittu
– yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
<b>KERROSALA</b>			
Kerrosala yleensä			
– yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m <sup>2</sup>
– kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m <sup>2</sup>
– yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m <sup>2</sup>	ei sallittu
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
– yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
– kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei sallittu
<b>Selostus</b>	Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.		

## 6.2 Suojaustaso

Tuotanto- ja varastotilat on aina varustettava siten, että palon sattuessa pelastus- ja sammutustyötä pystytään helpottamaan. Rakennuksen suojaustasoon vaikuttaa osastokoko, rakennuksen paloluokka, savunpoisto sekä rakennuksen kantavat materiaalit ja niiden paloluokkavaatimukset. Suojaustaso 1 vaatii tavallisen alkusammutuskaluston eli paloposteja ja käsisammuttimia. Suojaustaso 2 toteutetaan automaattisesti hätäkeskukseen ilmoittavalla paloilmoittimella sekä suojaustason 1 mukaisella alkusammutuskalustolla. Suojaustaso 3 vaatii automaattisen sammutuslaitteiston sekä alkusammutuskaluston. (Suomen RakMK E2 2005, 2).

### 6.3 Palo-osastointi

Rakennus tulee osastoida, jotta voidaan rajata palon leviäminen. Osastointi toteutetaan käyttämällä joko kerros-, pinta-ala tai käyttötapaosastointia. Ovien- ja ikkunoiden osalta palonkestävyysajan tulee olla vähintään puolet osastoivan seinän palonkestävyysajasta. (Suomen RakMK E1 2011, 3-4, 19–20). Rakennus osastoidaan siten, että sosiaali- ja toimistotilat muodostavat omat palo-osastonsa ja tuotantohalli omansa. Ikkunoille ja oville on määritelty myös omat rajoituksensa. Hallitilasta on oven kautta pääsy toimistotiloihin sekä sosiaali- tiloihin. Hallitilan ja toimistotilan ovi on palo-osaston rajalla, joten tähän kohtaan tarvitaan palo-ovi, jolla on REI 15 palonkesto. Sama palonkestävyysvaatimus koskee myös kohteen ikkunoita.

## 7 KUSTANNUKSET

Ennen päätöstä rakentamisesta tilaajaa kiinnostaa projektista aiheutuvat kustannukset. Kustannuksia pystytään jakamaan ostamalla tavaraa hieman varastoon, jolloin isoja maksueriä ei synny kerralla. Tässä kohteessa tuo kustannusten jakaminen on tärkeä asia, sillä tarkoituksena on rakentaa hallia niin paljon omarahoitteisesti kuin se suinkin on mahdollista. Tärkeää on muistaa hyvä rakentamistapa, jotta rakentamisvirheiltä vältytään. Esimerkiksi hallin lattian valaminen on järkevää tehdä ennen katto- ja seinärakenteita. Tällöin hyvän betonilattian ansiosta pystytään käyttämään telineitä paremmin sekä työturvallisuus paranee kun työkonoiden alla on kova lattia. Lisäksi työ etenee nopeammin.

Kustannusarvio materiaalien osalta laskettiin paikallisen hintatason mukaan ja hinnat selvitettiin kunnassa toimivilta rakennustarvikeliikkeiltä. Kustannusarvio rakennuksesta käsittää materiaalit perustuksista vesikattoon. Materiaalien hankintaprosentit katsottiin Rakennustöiden menekit 2010 perusteella. Rakennuksen hinta-arvioksi materiaalien saatiin 46971,00 €. Hinta on arvonlisäverollinen hinta.

Kustannuslaskelma on esitetty tarkemmin liitteessä 5. Tilaaja on itse rakennusalan ammattilainen, joten työkustannuksia ei lasketa. Halli on tarkoituksena rakentaa har-tiapankkityönä.

## 8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda hankesuunnitelma hallirakennukselle, jossa on toimivat sosiaali-tilat sekä toimistotilat. Työ painottuu pääsääntöisesti rakennuksen suunnittelunvaiheisiin sekä pääpiirustusten piirtämiseen. Työssä esitellään myös pintapuolisesti erilaisia rakenneratkaisuja. Suunniteltavan rakennuksen osalta käsiteltäviä rakenteita ovat muun muassa alapohja- yläpohja sekä ulkoseinärakenteet. Tavoitteena oli saada toimiva ja laadukas rakennus, joka palvelisi käyttäjiänsä myös muutosten tullessa.

Rakennuksen rakentaminen on tarkoituksena tehdä tilaajan omana työnä, joten kustannuksia ei synny muuta kuin materiaalien osalta sekä pieniä kustannuseriä rakennusluvan lupaprosessista. Tilaajalle laskettiin kustannusarvo materiaalien osalta. Kustannuksia jakaa myös se, että materiaaleja on tarkoituksena ostaa varastoon ennalta. Rakennuspiirustukset ovatkin tärkeässä osassa, jotta vältetään turhilta hankinnoilta.

Opinnäytetyön aihe oli itselleni mieluista, sillä halusin oppia käyttämään enemmän rakennusalan piirustusohjelmia sekä olla tekemisissä käytännön rakentamisen kanssa. Aiheen rajaaminen tuotti alussa ongelmia, sillä tarkasteltavia asioita oli monia. Kyseessä oli kuitenkin vielä suhteellisen yksinkertainen projekti, mutta kokonaisuuden hallinta ja pienten asioiden selvittely toi omat haasteensa suunnitteluun. Kokonaisuus pitää olla hallussa, sillä määräyksiä ja asetuksia on paljon. Haasteita toi myös ajo-ovien kynnykset sekä luiskat. Hyvää ratkaisua oli vaikea keksiä, sillä esimerkiksi lämmityskaapeleiden käyttö olisi tullut liian kalliiksi toteuttaa. Työ opetti minulle erityisesti rakennuslupakuvien piirtämistä sekä piirtorutiinia.

## LÄHTEET

Elementtisuunnittelu www-sivut. 2015. Viitattu 10.12.2015. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi>

Foreningsresursen www-sivut. 2015. Viitattu 10.12.2015. <http://www.foreningsresursen.fi>

Huittisten kaupungin www-sivut. 2015. Viitattu 1.4.2015. <http://huittinen.fi>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 135–136 §.

Palomäki, J., Mäki, T. & Koskenvesa, A. 2009. Rakennustöiden menekit 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennuslupa www-sivut. 2015. Viitattu 2.4.2015. <http://www.rakennuslupa.fi/>.

RT 82-10804. Avoin puurakennusjärjestelmä. 2003. Helsinki: Rakennustietosäätiö.

RT 38689. Nassau 9000 -teollisuusnosto-ovet, Prido Ecolid -taiteovet, NovoSpeed-pikarullaovet, Novoferm-rullaovet, Turner 800 -autotallin ovet - Turner Door Oy 2015. Turner Group Oy

RT 85-10495 Puuristikot – ja kehät. 1993. Helsinki: Rakennustieto.

RT94-10181. Pienteollisuusrakennus.1982. Helsinki: Rakennustieto

RT81-10590 Routasuojarakenteet.1995. Helsinki: Rakennustieto.

RT 10-10387 Talonrakennushankkeen kulku. 1989. Helsinki: Rakennustieto,

RT82-11006. Ulkoseinärakenteita. 2010. Helsinki: Rakennustieto..

RT 83-11010. Yläpohjarakenteita. 2010. Helsinki: Rakennustieto.

Salonen, Kari, 2010. Puuhallin suunnittelu Esisuunnittelu ja arkkitehtooniset valinnat, pdf-julkaisu 2010. Puuinfo Oy.

Siikanen, U. 2009. Rakennusaineoppi.7. uud. p. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Suomen Betoniyhdistys r.y. 2009. BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2004. 5. uudistettupainos. Helsinki: Suomen betonitieto Oy

Suomen RakMK A4 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Määräykset ja ohjeet 2000. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto.

Suomen RakMK C4 .2010.Rakennusten lämmöneristys. Määräykset ja ohjeet 2010. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto.

Suomen RakMK C4 luonnos 16.3.2012. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 14.12.2015. <http://www.ym.fi/download/noname/%7BE35491602ED6-4807-8556-230BDC60275B%7D/30749>

Suomen RakMK D3. 2011. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Suomen RakMK E1 Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Helsinki: Ympäristöministeriö, asunto ja rakennusosasto

Suomen RakMK E2, 2005. Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Helsinki: Ympäristöministeriö, asunto ja rakennusosasto.

Understand building construction. 2015. Viitattu 10.12.2015. <http://www.understand-construction.com>

Verohallinto www-sivut. 2014. Viitattu 8.4.2015. <http://www.verohallinto.fi>.

Vuorela, K. 1996. Johdatus rakentamistalouteen. Helsinki: Jasur

Ympäristöministeriön www-sivut 2015. Viitattu 30.9.2015. <http://www.ym.fi>

Woodproducts www-sivut. Viitattu 10.12.2015. <http://www.woodproducts.fi/>

## LIITELUETTELO

LIITE 1	Hankesuunnitelma
LIITE 2	Rakennuslupahakemus
LIITE 3	Pääpiirustukset <ul style="list-style-type: none"><li>- Asemapiirros</li><li>- Pohjapiirros</li><li>- Julkisivut</li><li>- Leikkaus A-A</li><li>- Detalji seinä ja alapohjarakenteesta</li></ul>
LIITE 4	U-arvo laskelmat
LIITE 5	Kustannusarvio materiaaleista (Liite ei ole julkinen)

## HANKESUUNNITELMA

### 1 Yhteenveto

Kohde: Halli 214,5 m<sup>2</sup>

Toteutusaika 1.5.2016-1.1.2017

Vastaava työnjohtajan tehtävänä lupa-asioiden hoito sekä rakennustöiden valvominen.

Rakennuttaja hoitaa materiaalihankinnat.

### 2 Tavoitteet

Tavoitteena toimivan rakennuksen rakentaminen sekä piha- alueiden kunnostaminen. Varusteina hallitilan lisäksi rakennuksessa on sosiaali-tilat sekä toimistotilat. Lämmityksenä toimii hakekeskuslämmitys. Vesi ja viemäriverkosto toteutetaan määräysten mukaisesti.

### 3 Rakennuspaikka ja toteutustapa

Rakennus on puurakenteinen. Runkotolpat ja kantavat rakenteet C24 leimatusta puutavarasta. Perustus harkkoperusteinen. Lattia teräsbetonilaatalla ja katto profiloitua peltiä. Työ tehdään rakennuttajan omana työnä sekä osa talkootyönä.

### 4 Rahoitus

Rahoituksena oma raha sekä pankkilaina.

### 5 Kustannukset

Rakennuksen kustannukseksi materiaalien osalta laskettiin 46971,00 € sisältäen arvonlisäveron.

## 6 Aikataulu

Perustustyöt olisi hyvä saada alkuun keväällä, jotta rakennus saataisiin ainakin ulkoa kuntoon loppu syksyksi. Suunnittelu alkaa vuonna 2015 ja hanke pyritään saamaan valmiiksi 2016 vuoden aikana. Taulukossa esitetty alustava suunnitelma hankkeen aikataululle.

Aikataulusuunnitelma							
	Joulukuu	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu
	2015	2016	2016	2016	2016	2016	2016
Suunnittelu							
Perustustyöt							
Lattia							
Runko							
Ulkoverhous							
Katto							
Sisätyöt							

Aikataulusuunnitelma							
	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu	Tammikuu
	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2017
Suunnittelu							
Perustustyöt							
Lattia							
Runko							
Ulkoverhous							
Katto							
Sisätyöt							



## LIITE 2

# HAKEMUS (ILMOITUS) KUNTIEN RAKENNUSVALVONTAVIRANOMAISELLE

		Kiinteistötunnus		
		Lupatunnus		
		Vastaanottaja ja päiväys		
<input checked="" type="checkbox"/> Rakennuslupa <input type="checkbox"/> Toimenpidelupa <input type="checkbox"/> Toimenpideilmoitus <input type="checkbox"/> Purkamislupa <input type="checkbox"/> Maisematyölupa				
Rakennussuunnittelutehtävän vaatavuus <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		Rakennesuunnittelutehtävän vaatavuus <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C		
LVI-suunnittelutehtävän vaatavuus <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C				
1. Rakennuspaikka	Kunta / Kaupunki		Kortteli / Kylä / Yleinen alue	
	Tontti / Tila R.No		<input checked="" type="checkbox"/> Koko tila <input type="checkbox"/> Määräala	
	Postiosoite			
2. Hakija(t) Rakennuspaikan omistaja tai haltija. Rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuudet: kts. RakMK A 2	Hakijan nimi		Puhelinnumero	
	Postiosoite			
	Hakijan nimi		Puhelinnumero	
	Postiosoite			
Sähköpostiosoite				
3. Pää- ja rakennussuunnittelija Kts. velvollisuudet ja pätevyudet: RakMK A 2	Pääsuunnittelijan nimi		Koulutus	
	Sähköpostiosoite		Kokemus	
	Paikka ja päiväys		Pääsuunnittelijan allekirjoitus ja nimenselvennys	
4. Maksun veloitus yksi veloitettava	Veloitettavan nimi		Laskutusosoite	
5. Asiamies jolla oikeus korjata hakemusta.	Asiamiehen nimi		Postiosoite	
	Puhelinnumero			
Sähköpostiosoite				
6. Rakennushanke tai toimenpide Rastista hanketyyppi ja täyttyvät tiedot. Hankkeen laajuustiedot (kuten kerrosalat) tulee esittää myös asemapiirroksessa tai liitteellä.	<input checked="" type="checkbox"/> Uusi rakennus <input type="checkbox"/> Laajennus <input type="checkbox"/> Käyttötarkoituksen muutos <input type="checkbox"/> Korjaus- ja muutostyö <input type="checkbox"/> Purkaminen <input type="checkbox"/> Muu toimenpide <input type="checkbox"/> Ennakkolausuntopyyntö			
	Selostus rakennushankkeesta ja rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus:			
	Talousrakennus, tuotantohalli			
	Rakennus-oikeus	884 m <sup>2</sup>	Uusi tilavuus	962 m <sup>3</sup>
	Käytetty kerrosala		Uusia asuntoja	
	Purettava ala		Kerros-tuku	1
	Uusi kerrosala	214,5 m <sup>2</sup>	Muutos-ala	
Kokonais-ala	214,5 m <sup>2</sup>	Palo-luokka	P1 <input type="checkbox"/> P2 <input type="checkbox"/> P3 <input checked="" type="checkbox"/>	
7. Rakennuspaikan kaava	<input type="checkbox"/> Lainvoimainen asemakaava, jonka numero on: (asemakaavamääräykset on esitettävä asemapiirroksessa)		<input type="checkbox"/> Asemakaavan laadinta / muutos on vireillä <input type="checkbox"/> Rakennuspaikalla on rakennuskielto	
	<input checked="" type="checkbox"/> Ei poikkeamia kaavasta tai säännöksistä <input type="checkbox"/> Seuraavat poikkeamiset perusteluineen:			
8. Poikkeamiset säännöksistä perusteluineen	<input type="checkbox"/> Selostus poikkeamisista on erillisellä liitteellä			
9. Vakuus	<input type="checkbox"/> Hakija pyytää lupaa aloittaa rakennustyö ennen kuin lupaa koskeva päätös on saanut lainvoiman (MRL 144 §).		Vakuuden määrä EUR	
10. Tietojen luovutus	<input type="checkbox"/> Kunnan luparekisteristä saa luovuttaa henkilötietoja sisältävän kopion, tulosteen tai sen tiedot sähköisessä muodossa suoramarkkinointia sekä mielipide- tai markkinatutkimusta varten (julkisuuslaki 16 § 3 mom.).		<input checked="" type="checkbox"/> Kunnan luparekisteristä ei saa missään muodossa antaa henkilötietoja suoramarkkinointia eikä mielipide- tai markkinatutkimusta varten (henkilötietolaki 30 §). Kunta on velvollinen toimittamaan rakentamista koskevia tietoja väestötietojärjestelmään, josta ne ovat muiden viranomaisten (mm. verohallinto) saatavilla.	
11. Päätöksen toimitus	<input checked="" type="checkbox"/> Postitse <input type="checkbox"/> Hakijalle <input type="checkbox"/> Asiamiehelle <input type="checkbox"/> Pääsuunnittelijalle <input type="checkbox"/> Veloitettavalle			
12. Hakijoiden allekirjoitukset Kaikkien hakijoiden allekirjoitukset, jos valtuutettu asiamies ei ole allekirjoittajana.	Paikka ja päivämäärä			
	Allekirjoitus ja nimenselvennys			

Hakemus jatkuu seuraavalla sivulla

## LUPAHAKEMUKSEN LIITEASIAKIRJOJA

Katso ohjeita seuraavilta sivulta

Hakija	Tarvitaan	Täyden- netään	Päiväys
– valtakirja hakijalta ja rakennuspaikan muilta omistajilta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ote kauppa- ja yhdistysrekisteristä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ote asunto-osaakeyhtiön hallituksen kokouksen pöytäkirjasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Rakennuspaikan hallinta</b>			
– jäljennös myönnetystä lainhuudoista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– jäljennös kauppakirjasta tai muusta luovutuskirjasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– rasiustodistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– todistus erityisoikeuden kirjaamisesta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– jäljennös vuokrasopimuksesta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– jäljennös perunkirjasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Rakennuspaikka</b>			
– tonttikartta ja ote kiinteistörekisteristä	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– virallinen karttajäljennös	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ote katusuunnitelmasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– tiedot vesi- ja viemärijohtoliittymästä tai selvitys viemäröinnistä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys rakennuspaikan perustamis- ja pohjaolosuhteista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– pintavaaitekartta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Pääpiirustukset (2 tai 3 sarjaa)</b>			
– asemapiirros 1:200 tai 1:500	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– pohjat 1:100 tai 1:50 pienet hankkeet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– leikkaus 1:100	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– julkisivut 1:100 tai 1:50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– hormit 1:20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– rakenneleikkaus 1:10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– istutussuunnitelma 1:200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– pelastustiepiirustus 1:200 / 1:500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Ennakkoluvat ja lausunnot</b>			
– elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen tai kunnanhallituksen poikkeamapäätös lainvoimaisuustodistuksineen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– suunnittelutarveratkaisu lainvoimaisuustodistuksineen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ympäristölupa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– naapurien suostumukset	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys naapureille tiedottamisesta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Rakennushankeilmoitukset</b>			
– RH 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– RH 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– RH 9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Vastaava työnjohtaja</b>			
– hakemus tai ilmoitus vastaavaksi työnjohtajaksi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– hakemus tai ilmoitus erityisalan työnjohtajaksi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Muut</b>			
– energiaselvitys ja energiataselaskelma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– ilmoitus väestönsuojasta ja väestönsuojapiirustukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– maston tai tuulivoimalan rakentamisen selvitykset (MRA 64 §)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– kerrosalaskelma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– autopaikkaselvitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys rakennusjätteen määrästä, laadusta ja lajittelusta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys purettavasta rakennusmateriaalista ja hyväksikäytöstä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– selvitys rakennuksen rakennustaiteellisesta ja kulttuurihistoriallisesta arvosta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– turvallisuusselvitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
– liikuntaesteettömyys selvitys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

LISÄSELVITYKSET/HUOMAUTUKSET

## HUOLEHTIMISVELVOLLISUUS RAKENTAMISESSA

Rakennushankkeeseen ryhtyvän ja sen alullepanijan on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaan. Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on yleisen edun kannalta valvoa rakennustoimintaa sekä osaltaan huolehtia, että rakentamisessa noudatetaan, mitä maankäyttö- ja rakennuslaissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään.

Viranomaisvalvonnasta peritään kunnan hyväksymä maksu. Maksua korotetaan, jos tarkastus- tai valvontatehtävät johtuvat luvattomasta tai luvanvastaisesta rakentamisesta taikka siitä, että luvanhakija tai toimintaan velvollinen on laiminlyönyt hänelle kuuluvan tehtävän. Esimerkkejä laiminlyönneistä ovat mm. toimenpiteen aloittaminen ilman lupaa, ilman hyväksyttyä vastaavaa työnjohtajaa, luvassa määrätyn viranomaiskatselmuksen tilaamatta jättäminen tai tilaaminen myöhässä, kun työ on tehty tai rakenne peitetty. Huomattava laiminlyönti on ottaa rakennus tai sen osa käyttöön ennen kuin viranomainen on hyväksynyt rakennuksen erillisessä käytönotto katselmuksessa. Rakentajan velvollisuus on tilata viranomainen suorittamaan ao katselmus.

### LUPAHAKEMUKSEN TÄYTTÖOHJEET

Hakija täyttää lomakkeesta kohdat 1-12 kirjoittamalla asianomaisiin paikkoihin niissä pyydytetyt tiedot ja rastimalla kyseeseen tulevat ruudut. Muut kohdat jäävät viranomaisten täytettäväksi.

Seuraavassa selvennetään lomakkeen numeroituja kohtia.

Lisätietoja saa kunnan rakennusvalvonnan sähköisiltä sivuilta, rakennustarkastajalta tai toimistosiihteeriltä.

#### 1. Rakennuspaikka

Rakennuspaikkaa koskevat tiedot merkitään virallisten asiakirjojen mukaisesti. Rakennuspaikka yksilöidään kunta ja kaupunginosan nimi sekä korttelin ja tontin numero taikka kylän ja tilan nimi sekä tilan rekisterinumero. Rakennuspaikan osoite on esitettävä riittävän tarkasti paikan löytämiseksi katselmuskäynneillä. Rakennuspaikkana ei voi olla vain osa asemakaavan mukaisesta tontista. Jos rakennuspaikkana on osa kiinteistörekisteritilasta, pinta-alaksi merkitään sen paistan tai määräalan pinta-ala, jota rakentaminen koskee.

#### 2. Hakija

Hakijaksi tai ilmoittajaksi merkitään rakennuspaikan haltija tai omistaja. Esim. asunto-osakeyhtiön osakas tai liikehuoneiston vuokraaja ei voi olla hakijana, vaikka hakemus koskisi yksinomaan hänen hallinnassaan olevaa huoneistoa. Myös rakennuspaikan osaomistaja tarvitsee pääsääntöisesti muiden osaomistajien valtuutuksen luvan hakemiseen.

#### 3. Pääsuunnittelijan allekirjoitus

Luvanhakijalla tulee olla hankkeen vaatimus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen sekä käytettävissään pätevä henkilöstö. Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelmat ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden (pääsuunnittelija). Rakennussuunnitelman ja erityissuunnitelman laatijalla tulee olla asianomaiseen suunnittelutehtävään soveltuva rakennusalan korkeakoulututkinto taikka aikaisempi rakennusalan ammatillisen korkea-asteen tai sitä vastaava tutkinto sekä riittävä kokemus kyseisen suunnittelualueen tehtävissä. Viranomaisen lupapäätöksessä määrätään rakennustyön suorituksista ja sen laadusta vastaava, joka johtaa rakennustyötä sekä huolehtii rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn suorittamisesta (vastaava työnjohtaja ja erityisalan työnjohtaja).

#### 4. Maksun veloitus

Luvan käsittelystä ja rakennustyön valvonnasta on suoritettava kunnan hyväksymän taksan mukainen maksu. Maksu on suoritettava, kun päätös on annettu. Maksu on suoritettava neljäntoista päivän kuluessa laskun lähettämispäivästä. Maksu on ulosotto- kelpoinen. Mikäli laskutusosoite on eri kuin kohdassa 1, se ilmoitetaan tässä kohdassa.

#### 5. Asiamies

Tässä kohdassa hakija tai ilmoittaja voi valtuuttaa asiamiehensä tai erityissuunnittelijan antamaan lisäselvityksiä, täydentämään ja korjaamaan hakemusiakirjoja sekä ottamaan vastaan viranomaisen ilmoituksia luvan hakijalle.

#### 6. Rakennushanke tai toimenpide

Hakijan tai ilmoittajan on selvitettävä, millaisesta rakennustyöstä tai toimenpiteestä on kysymys. Lyhyessä selostuksessa on mainittava ainakin rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus. Rakennusvalvontamaksun perusteita varten ilmoitettavaan rakennuksen kokonaisalaan lasketaan kaikkien kerrosten, kellareiden ja lämpöeristettyjen ullakoiden pinta-ala yhteensä ulkomitoin. Mukaan ei lasketa 160 cm matalampia tiloja. Tätä määritelmää soveltaen lasketaan myös rakennuksen osan sekä säiliön, erillisen katoksen tai vastaavan kokonaisala. Jos suunniteltu toimenpide on tilapäinen siten, että se on tarkoitettu purkaa tai tilanne palauttaa entiselleen määräajan kuluessa, siitä on mainittava selostuksessa.

#### 9. Vakuus

Hakija voi tässä kohdassa pyytää lupaa aloittaa rakennustyö rakennusvalvontaviranomaisen määräämää vakuutta vastaan julkipanoaikana. Asiassa tehdään päätös ja siitä peritään rakennusvalvontataksan mukainen erillinen maksu.

#### 11. Päätöksen toimitus

Lupapäätös ja vahvistetut piirustukset toimitetaan postiennakolla hakijalle tai ne voi noutaa kunnassa noudatetun käytännön mukaisesti. Luvan mukaisen rakentamisen aloittaminen edellyttää lisäksi rakennusvalvontatoimistosta saatavaa aloituslupaa tai että kyseinen ilmoitus on tehty aloituskokouksen yhteydessä ja samalla tarkastetaan, että vaadittavat rakennussuunnitelmat on toimitettu ja että hankkeelle on hyväksytty vastaava työnjohtaja sekä erityisalan työnjohtajat. Mikäli ilmoituksen mukainen toimenpide edellyttää rakennusluvan tai toimenpideluvan hakemista sitä vaaditaan 14 päivän kuluessa ilmoituksen vastaanottamisesta. Toimenpiteeseen saa ryhtyä, ellei luvan hakemista ole vaadittu. Rakennusvalvontaviranomainen voi myös heti ilmoittaa, ettei toimenpiteelle ole estettä.

#### 12. Päiväys ja allekirjoitus

Hakemuksen voi allekirjoittaa luvan hakija tai henkilö, joka valtakirjalla tai muilla asiakirjoilla osoittaa olevansa oikeutettu allekirjoittamaan hakemuksen hakijan puolesta. Sama koskee ilmoituksen tekijää.

## MUU HUOLEHTIMISVELVOLLISUUS

#### Tiedottaminen

Rakennushankkeen vireillä olosta on ilmoitettava myös rakennuspaikalla rakennusvalvontaviranomaisen antamien ohjeiden mukaisesti.

#### Rakennuspaikan postilaatikko

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on hyvä sopia paikallisen postilaitoksen kanssa rakennusajankaisen postilaatikon sijaintipaikasta ja postilaatikoiden lopullisesta sijainnista sekä mahdollisista ryhmitelystä. Postilaatikon sijoittamisessa katu- tai tiealueelle tulee ottaa huomioon Viestintäviraston valtakunnalliset ohjeet postinjakelusta.

## **RAKENTAMISEN PELISÄÄNNÖT**

### ***Kiitos, kun haet lupaa!***

Kunta toimii rakennusvalvontaviranomaisena vastuullisesti huolehtimalla muun muassa siitä, että rakentamisen velvollisuuksia noudatetaan kunnan alueella.

### **Luvat**

Rakennuksen rakentaminen edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kaikissa kunnissa rakennuslupaa. Kunnan rakennusjärjestyksessä voidaan myös päättää, että pienemmistä hankkeista tehdään ilmoitus tai haetaan toimenpidelupaa.

Luvan tarpeesta voi erehtyä. Kunnan rakennusvalvontaviranomaiset valvovat rakentamista alueellaan. Ilman lupaa aloitettu rakennustyö voidaan keskeyttää ja valvontatehtävästä periä korotettu maksu. Rakentamista koskevien lupien tarpeesta saa tarkan tiedon kunnan rakennustarkastajalta.

Kaikista myönnettyistä rakennusluvista, rakennustöiden aloittamisesta ja käyttöönotoista kunnat toimittavat tiedot väestötietojärjestelmään, josta tiedot ovat mm. verohallinnon käytettävissä.

### **Pätevyydet**

Rakentamaan ryhtyvällä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen sen suunnittelussa ja valvonnassa pätevä henkilöstö, joilla on myös edellytykset hoitaa tehtävänsä.

### **Valvontavelvollisuudet**

Rakentamaan ryhtyvän ja hänen käytössään olevan henkilöstön tulee noudattaa myönnettyä lupaa, kutsua rakennustarkastaja katselmukselle, valvoa itse rakennustyötä ja pitää valvontatyöstään tarkastusasiakirjaa oikea-aikaisesti.

### **Velvollisuudet palvelujen ostajana ja työnantajana**

Kun ostaa rakennustyön ammatinharjoittajalta tai yritykseltä, ei rakentajalla ole työnantajan velvollisuuksia. Tällöin rakentajan tulee kuitenkin huolehtia kuuluko yritys tai henkilö ennakoperintärekisteriin ([www.ytj.fi](http://www.ytj.fi)).

Jos yrityksellä on ennakoperintärekisterissä merkintä voimassa, rakentajan ei tarvitse toimittaa ennakonpidätystä. Jos merkintää ei ole, rakentajan on toimitettava ennakonpidätys ja maksettava pidätetty määrä veroviraston tilille sekä annettava vuosi-ilmoitus verovirastolle.

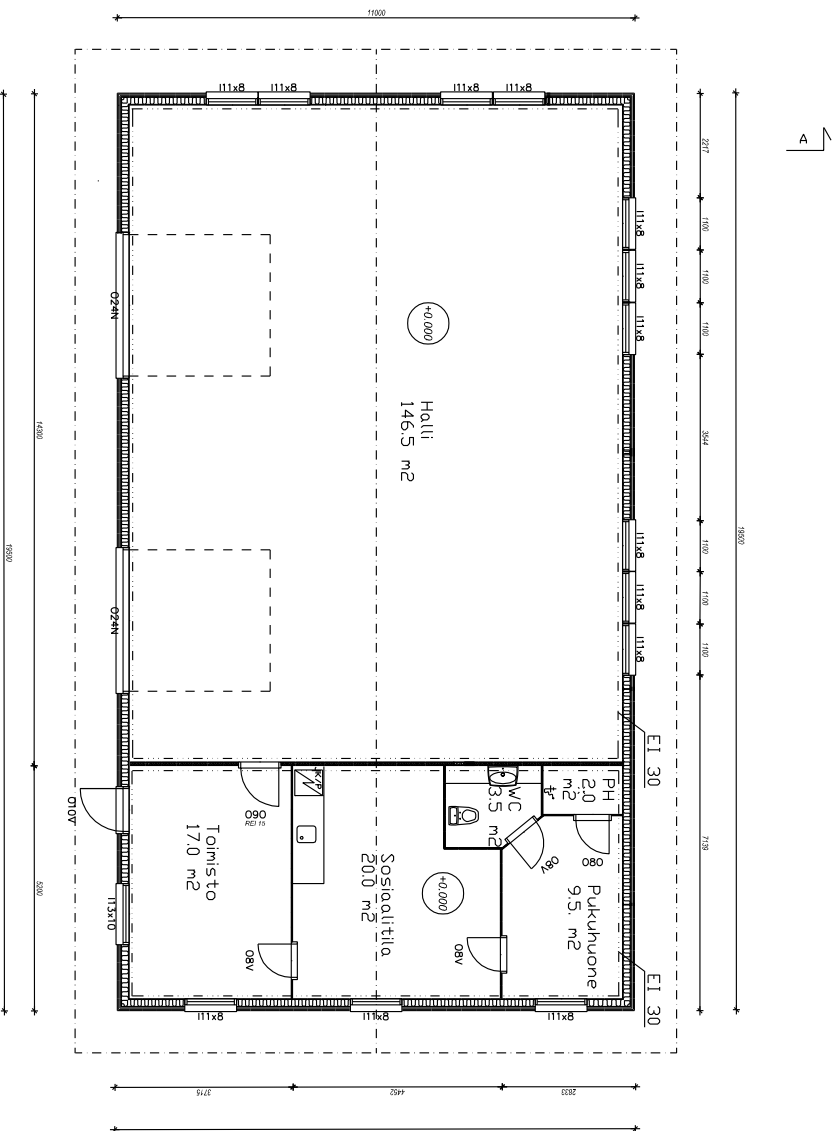
Jos rakentaja palkkaa itse työvoimaa, on huolehdittava erilaisista työnantajavelvollisuuksista, kuten toimittamaan ennakonpidätyksen maksetuista palkoista. On myös huolehdittava työeläke- ja työttömyysvakuutusmaksujen maksamisesta ja vakuutettava työntekijä tapaturman varalta.

Helpoimmin hoidat maksusi [www.palkka.fi](http://www.palkka.fi) palvelussa tai asioimalla suoraan verottajan tai vakuutusyhtiön kanssa.

***Menestystä rakennusprojektiin toivottavat  
kunnat ja Suomen Kuntaliitto.***



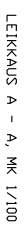
Paloluokka P3  
Kerosola 214,5 m2  
Tilavuus 962 m3  
Huoneistoala 198,5 m2



PDHJAP1RRDS, MK 1/100

[illegible]



[illegible]





Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
	Päiväys	10.12.
	Tekijä	Emma Sakari
Rakennuskohde	Sisältö	
Halli	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

1 / 2

## RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan)

## RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Kipsilevy

Kerroksen paksuus [d]	13,0 mm
Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ]	0,210 W/mK

2 Ilman- ja höyrynsulku

3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

Kerroksen paksuus [d]	48,0 mm
Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ]	0,036 W/mK
Koolausuunta (p / v)	v

4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)

Kerroksen paksuus [d]	148,0 mm
Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ]	0,036 W/mK
Koolausuunta (p / v)	p

5 Kuitulevy

Kerroksen paksuus [d]	12,0 mm
Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ]	0,045 W/mK

6 Ei rakennekerrosta

7 Ei rakennekerrosta

8 Ei rakennekerrosta

Ulkopinta

## ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1

## METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä

## KOOLAUKSEN TIEDOT

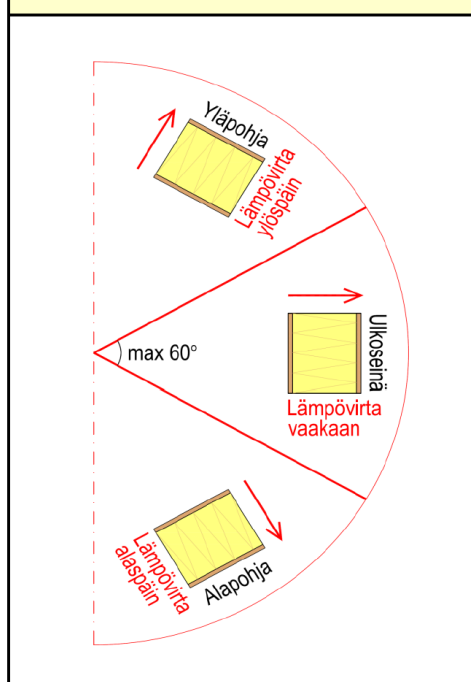
Koolauspuun leveys [b] 48 mm

Koolauspuun lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] 0,120 W/mK

Pystykoolauksen k-jako [s] 600 mm

Vaakakoolauksen k-jako [s] 600 mm

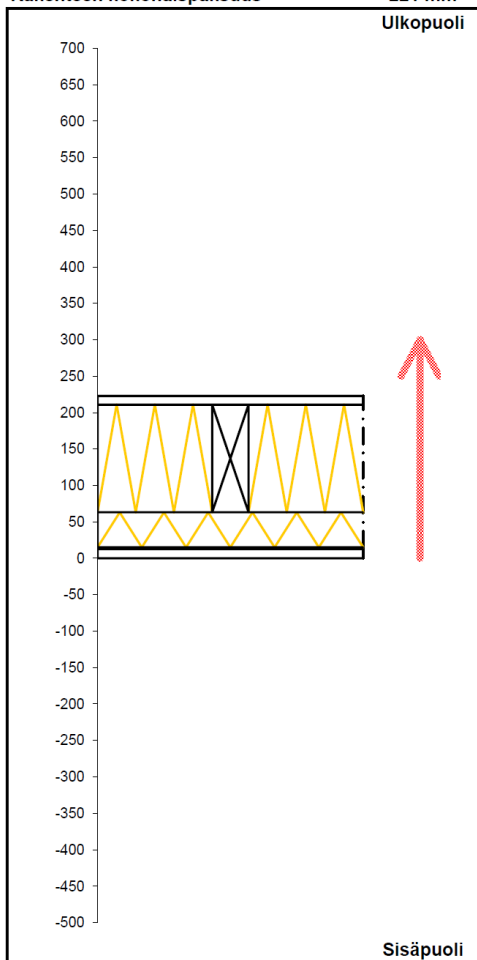
## RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnittelutoimisto	Työn nro		Sivu
	0		
	0	Pariväys	
	10.12.	Emma Sakari	2 / 2
Rakennuskohde	Sisältö		
Halli	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)		

Puurakenteinen ulkoseinä	d [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	b [mm]	s [mm]
Sisäpinta			0,1300		
1 Kipsilevy	13	0,210	0,0619		
2 Ilman- ja höyrynsulku	0,2	0,330	0,0006		
3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	48	0,036	1,1236	48	600
4 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)	148	0,036	3,4644	48	600
5 Kuitulevy	12	0,045	0,2667		
Ulkopinta			0,1300		

Rakenteen kokonaispaksuus 221 mm

**MUURAUSSITEET ERISTEEN LÄPI**

Ei muuraussiteitä

**OSA-ALUEIDEN PINTA-ALAOSUUDET**

$f_a$	0,846	Eriste
$f_b$	0,074	Pystykoolaus
$f_c$	0,074	Vaakakoolaus
$f_d$	0,006	Koolausristeys

**OSA-ALUEIDEN LÄMMÖNVASTUKSET**

$R_a$	6,034	m <sup>2</sup> K/W
$R_b$	3,156	m <sup>2</sup> K/W
$R_c$	5,100	m <sup>2</sup> K/W
$R_d$	2,223	m <sup>2</sup> K/W

**U-ARVO**

$R'_T$	5,528	m <sup>2</sup> K/W
$R''_T$	5,177	m <sup>2</sup> K/W
U	0,187	W/m <sup>2</sup> K
$\Delta U''$	0,010	W/m <sup>2</sup> K
$\Delta U_g$	0,008	W/m <sup>2</sup> K
$\Delta U_f$	0,000	W/m <sup>2</sup> K

**ULKOSEINÄN U-ARVO**

$$U_c = 0,1950 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**VIRHEILMOITUKSET**

Suunnittelutoimisto	Työn nro		Sivu 1 / 2
	Päiväys 10.12.	Tekijä Emma Sakari	
Rakennuskohde Halli	Sisälto U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370)		

## RAKENTEEN TIEDOT

Info

Perusmaan tyyppi	Hiekka tai sora
Alapohjan tyyppi	Maanpäällinen alapohja
Reunan lisäeristys	Pystyeriste
Kellarin seinätyyppi	Ei kellaria

## REUNAN PYSTYERISTEEN TIEDOT

Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ]	0,037 W/mK
Paksuus [d]	50 mm
Korkeus [D]	400 mm

Alapohjan pinta-ala [A]	214,5 m <sup>2</sup>
Alapohjan ympärysmitta [P]	61,0 m
Perusmuurin paksuus [w]	300 mm

## RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

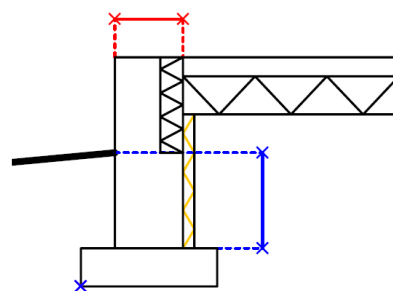
1	Betonilaatta	
	Kerroksen paksuus [d]	100,0 mm
	Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ]	2,500 W/mK
2	Polystyreeni (EPS)	
	Kerroksen paksuus [d]	150,0 mm
	Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ]	0,037 W/mK
3	Kevytsora	
	Kerroksen paksuus [d]	50,0 mm
	Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ]	2,500 W/mK
4	Ei rakennekerrosta	
5	Ei rakennekerrosta	
6	Ei rakennekerrosta	

Ulkopinta

## LAATAN REUNAN RAKENNE

## Mittaviivojen selitykset

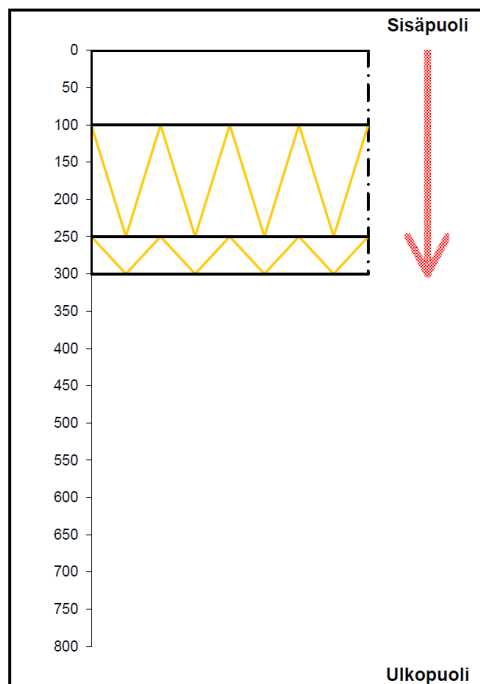
- $x \rightarrow x$  = perusmuurin paksuus [w]  
 $x \rightarrow x$  = pystyeristeen korkeus [D]



Suunnittelutoimisto	Työn nro		Sivu
	0		
	Päiväys	Tekijä	
Rakennuskohde	10.12.	Emma Sakari	2 / 2
	Sisältö		
Halli	U-arvon määrittäminen (EN ISO 13370)		

**ALAPOHJA**

	d [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
Sisäpinta			0,17
1 Betonilaatta	100	2,500	0,04
2 Polystyreeni (EPS)	150	0,037	4,05
3 Kevytsora	50	2,500	0,02
Ulkopinta			0,04

**SUhteellinen LATTIAMITTA**

A	214,5	m <sup>2</sup>
P	61,0	m
B'	7,033	m

**LATTIAN EKVIVALENTTI PAKSUUS**

w	0,300	m
d <sub>t</sub>	8,948	m
$\lambda_{\text{perusmaa}}$	2,000	W/mK
R <sub>si</sub>	0,170	m <sup>2</sup> K/W
R <sub>se</sub>	0,040	m <sup>2</sup> K/W
R <sub>f</sub>	4,114	m <sup>2</sup> K/W
R <sub>g</sub>	1,607	m <sup>2</sup> K/W

**SEINÄN EKVIVALENTTI PAKSUUS**

z	-	m
d <sub>w</sub>	-	m
R <sub>w</sub>	-	m <sup>2</sup> K/W

**U-ARVO**

$\Psi_{g,e}$	-0,01	
U <sub>0</sub>	0,16	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>bf</sub>	-	W/m <sup>2</sup> K
U <sub>bw</sub>	-	W/m <sup>2</sup> K

**ALAPOHJAN U-ARVO**

$$U_c = 0,1610 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**VIRHEILMOITUKSET**

.	
.	

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
	Päiväys	10.12.
	Tekijä	Emma Sakari
Rakennuskohde	Sisälto	
Halli	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

1 / 2

## RAKENTEEN TIEDOT

Info

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenneinen yläpohja (lämpövirran suunta ylöspäin)

## RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

- 1 Kipsilevy
- Kerroksen paksuus [d] 13,0 mm
- Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] 0,250 W/mK

- 2 Ilman- ja höyrinsulku

- 3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen)
- Kerroksen paksuus [d] 400,0 mm
- Lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] 0,037 W/mK
- Koolausuunta (p / v) v

- 4 Ei rakennekerrosta

- 5 Ei rakennekerrosta

- 6 Ei rakennekerrosta

- 7 Ei rakennekerrosta

- 8 Ei rakennekerrosta

Ulkopinta

## ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1

## METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä

## KOOLAUKSEN TIEDOT

Koolauspuun leveys [b] 39 mm

Koolauspuun lämmönjohtavuus [ $\lambda$ ] 0,120 W/mK

Vaakakoolauksen k-jako [s] 600 mm

## RAKENNE / LÄMPÖVIRTA

